SUPER INTERESSANTE

VIVA O CORAÇÃO!

EDITORA ABRIL

A REVOLUÇÃO DOS SUPERCONDUTORES

Engenharia genética: o oitavo dia da criação

Existiu o cavalo de Tróia?

Uma viagem imaginária à velocidade da luz

Leonardo da Vinci O homem de todos instrumentos

AOS POUCOS O HOMEM VAI SE LIBERTANDO.

Tudo aquilo que é mecânico, repetitivo e rotineiro, aos poucos vai se transformando.

A automação na indústria lentamente vai assumindo as funções onde a criatividade não cabe e onde a liberdade não existe.

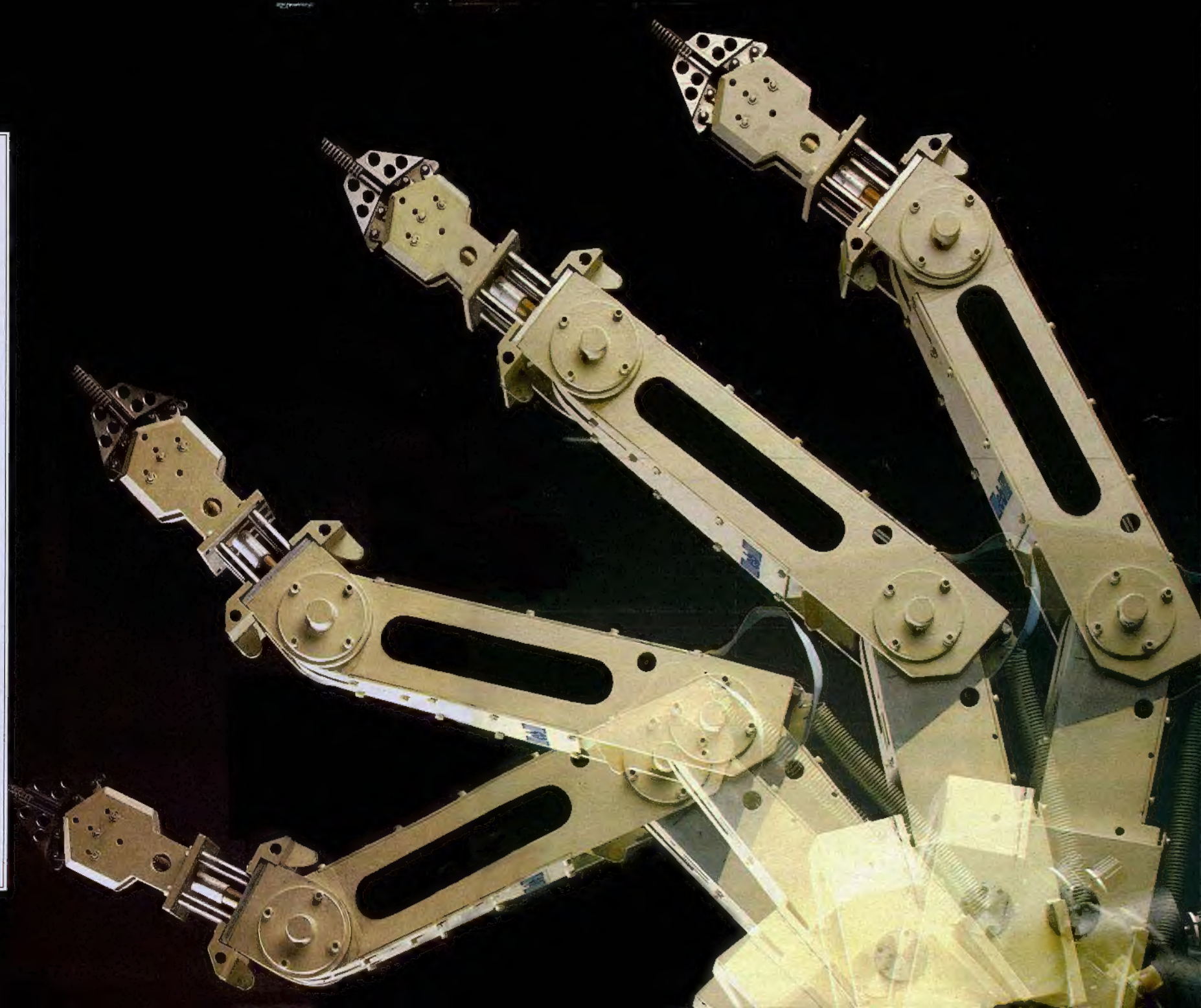
E nós, os maiores fabricantes de cabos de energia do mundo, contribuimos substituindo as artérias do sangue humano por artérias de energia elétrica, tão sofisticadas e precisas quanto as primeiras.

Ao homem desejamos a liberdade de criar e agir.

Nossos cabos, além de energia, transmitem confiança.

PIRELLI

SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE ENERGIA



Em vez de ficar na dúvida, fique com o GUIA DO ESTUDANTE. O GUIA traz 168 profissões detalhadas em todas as áreas, e com certeza você vai sacar aquela que tem a sua cara, o seu jeito. Pra escolher a faculdade você vai precisar de tempo, principalmente por que o GUIA DO ESTUDANTE mostra a ficha completa de 765 faculdades de todo o Brasil.

Inédito. A equipe do GUIA DO ESTUDANTE pesquisou e classificou 4.025 cursos superiores com estrelas em todo o Brasil. De uma a cinco estrelas, de fracos a excelentes. E ainda rola muito mais: o GUIA tem dicas sobre estágios, bolsas de estudo, mercado de trabalho, vestibular e depoimentos de profissionais em cada área. Matou! GUIA DO ESTUDANTE. Ter é fundamental, não ter é marcação.

A MAIOR FORÇA PRA VOCÊ ESCOLHER A SUA PROFISSÃO.

NAS BANCAS.

Editora Abril

Editor e Diretor: VICTOR CIVITA

Diretores: Roberto Civita, Angelo Rossi, Edgard da Silvio Faria, Isa Zamrati, José Augusto P. Moreira, Plácido Lorioggio, Ricardo Fischer, Roger Kamman, Thomaz Souto Corrêa

SUPER INTERESSANTE

REDAÇÃO

Diretor: Almyr Gajardoni

Redator-Chefe: Luiz Weis
Editores e Repórteres: Claudia Bozzo Pisanoschi, Maria Inês Zanchetta, Martha San Juan França, Lúcia Helena de Oliveira
Editor de Arte: Arlindo Gonçalves Filho
Chefe de Arte: Mozart Lelarre
Diagramadores: Marcelo da Rocha Ciambra, Paulo Nonato da Silva
Coordenador Gráfico: Miguel Game Francisco
Serviços Editoriais
Abril Press - Gerente: Judith Baroni. **Escritórios - Milão:** Rita de Luca; **Nova York:** Otilio Liceti; **Paris:** Pedro de Souza
Departamento de Documentação - Gerente: Anita Rojas Barreto
Serviços Fotográficos - Gerente: Pedro Martinelli

PUBLICIDADE

Gerente: José Luiz Decourt Ricci

Comercialização publicitária a cargo da equipe de *VEJA*
Diretor: Antonio Sabino de Souza
Gerente: René Luiz Cassatari. **Representantes:** Antonio Carlos de Campos, Celso Marche, João Paulo F. de Oliveira, Miguel Angelo Castello
Projetos Especiais: Giovanni Esposito
Rio - Gerente: Paulo R. Avril; **Supervisor:** Claudio Barreto; **Representantes:** Marco Antonio Sanseverino, Paulo Mauricio de Souza, Ronaldo Vidigal Limeira
Belo Horizonte: Valter Cruz Gonçalves; **Brasília:** Gilberto Amaral de Sá; **Curitiba:** Angelo A. Costi; **Florianópolis:** Geraldo Nilson de Azevedo; **Fortaleza:** Ana Maria de Oliveira; **Porto Alegre:** Elcenio Engel; **Recife:** Edmilson R. Oliveira; **Salvador:** Elisabeth Silveira
Gerente de Produção de Publicidade: João Carlos de Oliveira

Diretor de Marketing Publicitário: Julio Coei Jr.
Diretor do Escritório Rio: Sebastião Martins
Diretor do Escritório Brasília: Luiz Edgar P. Tostes
Diretor de Atendimento ao Governo e Escritórios Regionais: Dreyfus Soares
Diretor de Criação e Projetos Especiais: Gerson Cury

CIRCULAÇÃO

Supervisora: Mariano Conti Canto

ASSINATURAS

Diretor: José Antonio Soler

Diretor de Vendas: Uri Hollaender
Diretor de Marketing: Asor Morais
Diretor de Criação: João Ventura Ferros Neto

Diretor Responsável: Osvaldo Franco Domingues Jr.

Diretor de Divisão: Ricardo Alberto Fischer
Diretor de Publicidade: Orlando dos Santos Marques
Diretor de Circulação: Fernando Costa
Diretor Administrativo: Marcus Vinicius Ramos Vieira
Diretoria de Propaganda: Elizabeth Klock Gajardoni

São Paulo - Redação, Publicidade e Correspondência: r. Fidalga, 1821, Brooklin, CEP 04551, tel. (011) 545-8193, Telex: (011) 23227, 21323 e 24134, Caixa Postal 2372, Telegramas: Editabril-Abrilpress. **Administração:** r. Joquerê, 213, CEP 02510, tel. (011) 850-4511. **Escritórios - Belo Horizonte:** r. Marília de Dirceu, 228, 6.º e 7.º andares, Bairro Lourdes, CEP 30170, tel. (031) 275-2388, Telex: (031) 1985, **Brasília:** SCS - Quadra 1, Bloco I, n.º 30, Edifício Central, 10.º, 12.º e 13.º andares, CEP 70304, tel. (061) 224-5150, Telex: (061) 1464, Telegramas: Abrilpress. **Curitiba:** r. Fernandes de Barros, 401, 2.º andar, salas 5 e 6, CEP 80000, tel. (041) 262-8833, Telex: (041) 5279, **Florianópolis:** r. Osmar Cunha, 15, Bloco A, 2.º andar, sala 214, CEP 88000, tel. (0482) 22-7826, Telex: (048) 1 004, **Fortaleza:** av. Santos Dumont, 3050, salas 418, 420 e 422, CEP 60000, tel. (085) 244-0410, Telex: (085) 1807, **Porto Alegre:** av. Getúlio Vargas, 774, 3.º andar, salas 301 a 308, CEP 90000, tel. (0512) 33-2899, Telex: (051) 1092, Telegramas: Abrilpress. **Recife:** av. Dantas Barreto, 1188, 9.º andar, salas 903 e 904, CEP 50000, tel. (081) 224-0077, Telex: (081) 1184, **Rio de Janeiro:** r. da Assembléia, 123, 6.º ao 11.º andares, CEP 22250, tel. (021) 548-8282, Telex: (021) 22874, Telegramas: Editabril-Abrilpress. **Salvador:** r. Rebouças, 304, CEP 40000, tel. (071) 247-0999, Telex: (071) 1106. **Distribuidor em Portugal:** Distribuidora Jardim de Publicações Ltda., Quinta Paz Vales, Azinhaga dos Fetais, 2685, Camarate, Lisboa. **Milão:** International Business Centre, Corso Europa, 12, Phone: 02-54-55331 e 54-56212-20122, Milano, Telex 312585 e 322809. **Nova York:** Lincoln Building, 60 East 42nd Street, Suite 3403, New York, N.Y. 10165, Telex 237670, Phone: (212) 557-5000-5903. **Paris:** 33, Rue de Miromesnil - 8.º, 75008 Paris, Telephone: 42.66.13.99, Phone: 42.66.31.18, Telex: ABRIL PA 660731.

SUPERINTERESSANTE é uma publicação da Editora Abril S.A. 1987 © e © Espanha S.A. "Muy Interesante" Espanha. Ao fazer sua assinatura exija a credencial de vendedor e pague somente com cheque nominal à Editora Abril S.A. A Editora Abril garante aos assinantes desta publicação que a interrupção definitiva da entrega dos exemplares contratados, sem que para isto tenha dado motivo o próprio assinante, implicará a restituição da parte do preço total proporcionalmente pago, correspondente aos exemplares que não foram entregues. Todos os direitos reservados. Distribuída com exclusividade no país pela DINAP - Distribuidora Nacional de Publicações. São Paulo. **SUPERINTERESSANTE** não aceita publicidade redacional.

IVC

IMPRESSA NA GRÁFICA DA EDITORA ABRIL S.A.

CARTA AO LEITOR

Numa tarde qualquer de junho de 1860, consternada ao ouvir dizer que pelas novas teorias postas a circular por Charles Darwin o homem era um simples descendente do macaco, a mulher do bispo anglicano de Worcester, Inglaterra, exclamou: "Barbaridade! Esperemos que não seja verdade mas, se for, rezemos para que isso não se torne amplamente conhecido". Nós, da Editora Abril, não partilhamos dessa opinião. Por acreditarmos tanto no valor da descoberta e da acumulação do conhecimento científico e tecnológico quanto na importância de sua divulgação ao maior número de pessoas, estamos apresentando ao público brasileiro uma nova revista mensal.

É um novo desafio editorial que enfrentamos certos de que, com ele, damos mais uma contribuição à divulgação do conhecimento e também uma resposta otimista aos pessimistas que falam em crise e recessão. Não por acaso ela se chama SUPERINTERESSANTE, pois oferecerá aos leitores uma visão ampla do que se fez, do que se faz e — por que não? — do que se fará em termos de pesquisa e realização científica e tecnológica. Sua pauta de assuntos não terá limites, cobrindo, por exemplo, da Física à Pré-História, da Astronomia à Ecologia, da Informática à Psicologia ou à Religião.

De forma clara, direta, acessível ao mais leigo dos leitores, SUPERINTERESSANTE mostrará o conhecimento científico não como um tesouro a que só alguns privilegiados têm acesso, por sua cultura, mas como algo que passa pelo cotidiano de todos nós, influenciando e modificando até mesmo os momentos mais simples de nossa vida. E sem descuidar da precisão, o que significa dizer que em suas páginas não haverá lugar para as meias-verdades, o saber por ouvir dizer, a hipótese sem evidência que a legitime. São elas que fazem florescer aquelas opiniões preconceituosas de que não partilhamos. Estamos certos de que se fosse nossa contemporânea e leitora de SUPERINTERESSANTE, aquela assustada matrona da Inglaterra vitoriana, mulher do bispo de Worcester, saberia que nós *não* descendemos do macaco, embora tenhamos com ele um ancestral comum. E poderia, quem sabe, dormir mais tranqüila.

Victor Civita

NESTA EDIÇÃO

LINGUAGEM
A procura do idioma universal
O mundo moderno exige que as pessoas falem uma mesma linguagem. Qual poderá ser ela?
16

TECNOLOGIA
Fio maravilha
A revolução dos supercondutores promete maravilhosas transformações na vida do homem
20

ESPAÇO
Viagem imaginária à velocidade da luz
Quando existir uma nave capaz de viajar rumo a outras galáxias, seus passageiros poderão ver fantásticos fenômenos e descobrir uma noção toda nova de tempo
28

NATUREZA
O alarme soa quando somem as borboletas
Se elas desaparecem, algo de grave está acontecendo na mata
34

FOTOGRAFIA
Quando uma gota cai na água
As leis da Física num evento banal
42

MEDICINA
Salve o coração
O músculo cardíaco tem uma história de milênios, a força de uma bomba e o ritmo de uma metralhadora
46

HISTÓRIA
A guerra sem fim
O cavalo de Tróia pode ter sido um barco. Ou talvez nem tenha havido a guerra de Tróia
52

RELIGIÃO
Pode a ciência crer em Deus?
O conhecimento científico pôs a fé em xeque, mas não tem respostas para questões fundamentais
60

BIOLOGIA
O oitavo dia da criação
A engenharia genética devassa os segredos da vida e cria seres inexistentes na natureza
66

PERFIL
Leonardo de todos instrumentos
Desprezado pelos intelectuais de seu tempo, Leonardo da Vinci deixou uma herança secreta de extraordinários inventos que hoje assombram o mundo
74

SEÇÕES

Notícias superinteressantes	8
Perguntas superintrigantes	12
Grandes idéias	14
Dito & feito	33
Dois mais dois	44
Superdivertido	72
Superengraçado	80
Telescópio	82
Livros superimportantes	84
Superdivertido/soluções	85

Capa: ilustração Milton Rodrigues Alves

COMPLETE SUA COLEÇÃO.

Se você perdeu algum número de *Superinteressante*, esta é a chance de completar sua coleção. Principalmente, porque os primeiros números já estão se tornando verdadeiras raridades. Os nºs 1 e 4, por exemplo, estão totalmente esgotados. Por isso, aproveite enquanto ainda há tempo. Envie hoje mesmo o cupom anexo e complete sua coleção de *Superinteressante*. No futuro, muitos leitores superinteressados vão morrer de inveja de você.

Recorte (ou copie em papel à parte) e envie para:
Revista *Superinteressante* Editora Abril/Números atrasados
Estrada Velha de Osasco, 132 - Jardim Tereza - Osasco
SP - CEP 06040

Desejo receber o(s) número(s) de *Superinteressante* assinalado(s) com um X, pelo preço da última edição em banca, mais despesas postais. Pagarei no correio somente quando recebê-lo(s).

☐ Nº2 ☐ Nº3 ☐ Nº5 ☐ Nº6 ☐ Nº7
☐ Nº8 ☐ Nº9 ☐ Nº10 ☐ Nº11 ☐ Nº12

Nome:_____

_____

Endereço:_____

Cidade:_____ Cep:_____

Estado:_____

Aceito receber meu pedido parcialmente, caso o mesmo não possa ser atendido por completo

SI-013 ☐ Sim ☐ Não

NOTÍCIAS SUPERINTERESSANTES

Pelo cheiro se conhece o perigo

A sobrevivência de uma espécie muitas vezes depende da capacidade de comunicação de seus membros. Os sons emitidos por um animal acossado podem fazer a diferença entre a vida e a morte para seus iguais, ao alcance de um inimigo mais poderoso. Mas a comunicação pode ser silenciosa e nem por isso menos eficiente. Certas espécies de ratos, por exemplo, têm uma linguagem peculiar, própria para situações de perigo — o cheiro. Numa série de experiências, psicólogos norte-americanos verificaram que ratos submetidos ao estresse por meio de choques elétricos produzem um cheiro específico, que funciona como um verdadeiro sinal de alarme. Pois, ao sentirem o odor, outros ratos entram imediatamente em estado de alerta: tornam-se mais ativos e menos sensíveis à dor.

O odor do rato estressado deixa os companheiros em estado de alerta

Essa perda de sensibilidade foi testada com a aplicação de injeções de formalina, substância que provoca irritações locais leves. Em condições normais, os ratos ficam lambendo a área afetada sem parar; mas, expostos ao cheiro do perigo, lambem menos o lugar irritado. Isso se explica, como se descobriu, porque o mesmo cheiro estimula o cérebro a produzir mais endorfina, um analgésico natural dos organismos. Aparentemente, menos sensibilidade deveria significar chances menores de sobrevivência. Mas, no mundo dos ratos, o perigo geralmente envolve uma dor, que precisa ser ignorada. Atacado por um gato, o rato deve saber safar-se e sair correndo: não lhe sobra tempo para lamber feridas. ■

O mistério dos robôs assassinos

Desde 1978 dez operários morreram em acidentes com robôs industriais, no Japão. De tão estranhos, alguns desses acidentes parecem propositais. Um robô, por exemplo, esmagou o técnico que o examinava. Outro deu um golpe mortal de karatê no operário que trabalhava ao lado. Para o professor Keizo Okabe, da Universidade de Tóquio, não há nada de misterioso nesses acidentes. Eles teriam sido causados por interferências de ondas eletromagnéticas nos cérebros computadorizados dos robôs. Após um ano de investigações, a equipe do professor Okabe contabilizou mais de cem problemas graves provocados por esse tipo de interferência. Mas, no caso dos robos, a culpa das ondas eletromagnéticas só foi provada em uma ocorrência.

As ondas eletromagnéticas são uma presença comum na atmosfera. Podem ser geradas por emissões de rádio e televisão, computadores pessoais, alarmes eletrônicos etc. Às vezes, os campos magnéticos formados por duas ou mais ondas diferentes chegam a se misturar: é a chamada neblina eletrônica, responsável, por exemplo, pela interferência nas imagens das telas de TV. Mas há registro de episódios bem mais sérios, como interferências em radares de aeroportos ou em marca-passos que, repentinamente, deixam de funcionar.

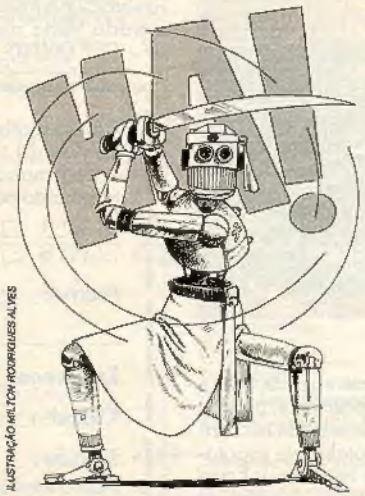


ILUSTRAÇÃO HILTON RODRIGUES ALVES

Mesmo assim, há quem duvide da conexão eletromagnética nos acidentes fatais com robôs no Japão. O superintendente do Centro Regional de Tecnologia em Informática de Santa Catarina, Carlos Alberto Schneider, responsável pelo primeiro laboratório para testes de robôs no Brasil, lembra que "os equipamentos eletrônicos de um robô sempre ficam dentro de caixas blindadas, o que impede qualquer interferência". Para ele, mesmo se houvesse defeito na blindagem, como suspeita o professor Okabe, não caberia responsabilizar as ondas eletromagnéticas: "A interferência pode prejudicar a precisão do robô, mas não o levaria a fazer movimentos para os quais não estivesse programado". Se assim é, permanece a questão: o que fez os robôs japoneses agirem como agiram? ■

Receita para um som vivo

Tome-se uma colônia de bactérias *Acetobacter* e *Agrobacterium*. Alimente-se com nutrientes ricos em nitrogênio, carbono e sais inorgânicos. Em poucos dias produzirão uma celulose na forma de gel. Coloque-se o material para secar e ponha-se sob uma prensa. Misture-se o papel resultante com cera de abelha — e pronto: eis a matéria-prima ideal para os diafragmas de alto-falantes. A Sony, indústria de equipamentos eletrônicos, entrou com o pedido de patente desse material que, segundo seus técnicos, produz um som muito melhor. ■

Causa da úlcera pode ser bactéria

Vida agitada, comida apimentada e bebida fermentada — os suspeitos de praxe nos casos de úlcera — podem não ser tão culpados ou podem não ser os únicos culpados. Investigações recentes tendem a levar ao banco dos reús uma bactéria — a *Campylobacter pylorum* — que não se incomoda de viver em meio a toda a acidez do estômago e do duodeno. A úlcera é uma inflamação que surge quando há um desequilíbrio entre a secreção de ácidos na digestão e a produção de substâncias que protegem as paredes do aparelho digestivo, como a prostaglandina. A culpa por esse desequilíbrio tem sido tradicionalmente atribuída a uma combinação de fatores como hereditariedade, tensão nervosa e ingestão de substâncias (alimentos, bebidas ou remédios) que agridem o aparelho digestivo.

Nos últimos tempos, porém, os pesquisadores notaram que a *Campylobacter* aparece com mais freqüência no organismo de pessoas com úlcera do que em indivíduos sadios. Além disso, verificou-se que a bactéria, descoberta em 1983, está presente nas próprias úlceras, em até 70% dos casos. "A questão a saber", raciocina o gastroenterologista Agostinho Bertarello, da Universidade de São Paulo, "é se a bactéria provoca a úlcera ou a úlcera favorece o crescimento da bactéria." Em busca da resposta, a equipe do professor Bertarello está inoculando a *Campylobacter* em animais, para ver o que acontece. Enquanto isso, pacientes com úlcera estão sendo tratados também com antibióticos — uma grande novidade. ■

A ciência salva uma paixão de 3 200 anos

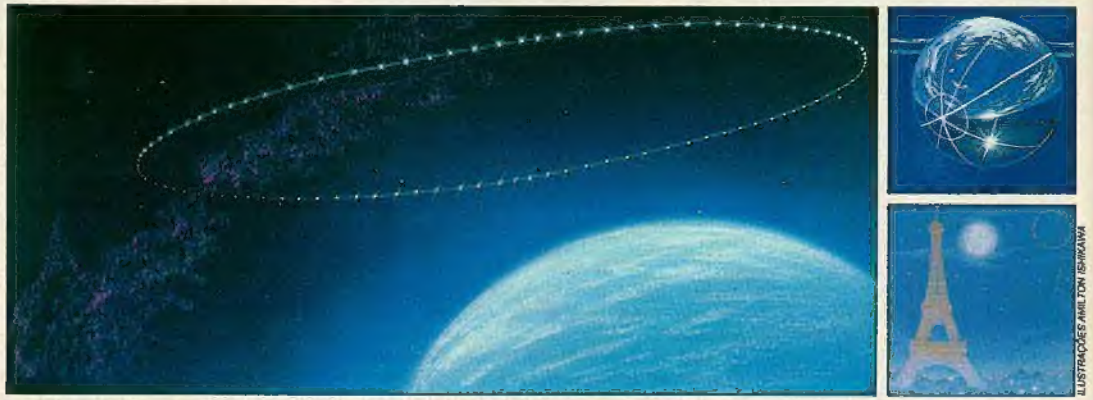
Nada menos que 950 metros quadrados de murais registram a paixão de Ramsés II pela princesa Nefertari — a primeira de suas seis esposas e a única a merecer um túmulo monumental desse celebrado faraó egípcio, que foi coroado com menos de 10 anos, reinou 67, de 1304 a.C. a 1237 a.C. e teve mais de cem filhos. A obra, construída há 3 200 anos, ficou escondida entre as rochas da região de Luxor até 1904, quando foi descoberta por arqueólogos italianos. Seus murais, considerados um dos maiores exemplos de arte do Antigo Egito, mostram Nefertari muitas vezes ao lado da deusa do amor, como uma bela jovem coberta de jóias. Na época da descoberta, as pinturas estavam impregnadas de misteriosos grãos de sal, que danificaram as imagens. Por isso, em 1950, o monumento foi fechado para visitantes. Finalmente, em 1986, equipes de restauradores de diversos países começaram a pesquisar o local. Até o fim do ano, os trabalhos de restauração serão iniciados.

Trata-se de um empreendimento faraônico: executado com as melhores técnicas do século XX, milhares de tiras de papel de arroz foram gastas para segurar as áreas onde as paredes coloridas ameaçam descascar; para reconstituir as partes danificadas, correspondentes a 20% da área dos murais, os cientistas estão usando ondas de ultra-som, que devem revelar os desenhos que ali existiam originalmente. O mais importante, porém, será descobrir, com o auxílio de raios laser, todos os canais de água que se formam na região, nas raras chuvas pesadas que caem ali: se a umidade de um desses canais for a justificativa para o aparecimento de sais no túmulo de Nefertari, será possível evitar que o problema se repita. Dessa maneira, os murais poderão finalmente ficar expostos, sem risco de novos danos. ■

FOTOS SPFA

A entrada do túmulo (ao lado) e a imagem de Nefertari: papel para proteger

NOTÍCIAS SUPERINTERESSANTES



ILUSTRAÇÕES AMILTON ISHIKAWA

No centenário da Torre Eiffel, um anel feito de cem balões (ao alto) ficará em órbita como uma grande lua cheia

A Torre Eiffel do espaço

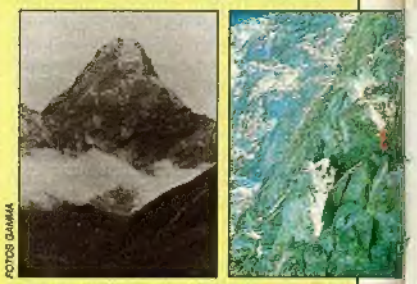
Haja *grandeur*. Com um magnífico, inusitado — e polêmico — espetáculo de luzes no céu, os franceses pretendem comemorar em 1989 os cem anos de existência da Torre Eiffel, cravada no coração de Paris. Apesar dos protestos de astrônomos de todo o mundo, a empresa que explora o monumento erguido para celebrar o centenário da Revolução de 1789 quer lançar no espaço, a cerca de 804 quilômetros da Terra, um ofuscante holofote. Trata-se de um anel de 24 quilômetros de circunferência, composto de cem balões infláveis destinados a refletir a luz solar. Será algo semelhante a uma grande lua cheia, que ao girar em torno da terra poderá ser visto no mundo inteiro, todas as noites. O anel permanecerá no espaço de três meses a dois anos.

Compreende-se o mau humor dos astrônomos: durante esse período, suas pesquisas e observações ficarão praticamente paralisadas. Além disso, o anel em nada contribuirá para o avanço da ciência. Os cientistas temem, também, que se abra um perigoso precendente — qualquer organização poderá colocar em órbita o que bem entender, menos armas nucleares, se tiver como pagar a conta da operação.

Há quem enxergue outros riscos ainda. Para o astrônomo Eúgênio Scalise Júnior, do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), por exemplo, "pessoas desinformadas, como um índio no Amazonas, poderão achar que o mundo está acabando". A empresa francesa argumenta que o anel simbolizará a passagem do século XX para o século XXI, da mesma forma que a Torre Eiffel — duramente criticada na época de sua construção pelos intelectuais — marcou a chegada do século XX. A esperança dos astrônomos é que a empresa não consiga arrecadar os trezentos milhões de francos, ou 2,3 bilhões de cruzados, a preços de agosto, necessários à construção e lançamento do anel. ■

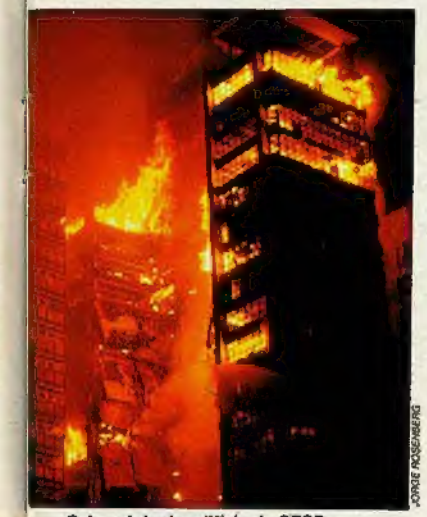
O Everest não é mais aquele

Por irrisórios onze metros, o magnífico monte Everest, cuja conquista em 1953 por uma expedição inglesa rendeu manchetes no mundo inteiro, foi destronado da condição de pico mais alto da Terra. Recentemente, cientistas da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, trabalhando com base em fotos de satélites, refizeram contas que pareciam verdades tão eternas como as neves que cobrem a cordilheira do Himalaia, onde fica o Everest, na fronteira do Nepal com a China. A conclusão dos cientistas é que o ponto culminante do planeta é o monte K2, da cadeia do Caracoram, que separa a China do Paquistão. O K2 passou a ter oficialmente 8 859 metros (e não 8 611 como se supunha), ou seja, onze a mais do que os 8 848 metros do Everest. A hegemonia do K2, porém, deve esperar uma confirmação definitiva — quando as mesmas técnicas de medição que o elevaram ao primeiro lugar forem utilizadas para recalcular a altura do Everest. Só então se saberá realmente quem é quem entre os maiores deste mundo. ■



FOTOS GAMMA

O Everest (à esquerda) ficou onze metros abaixo do K2



JORGE ROSENBERG

Caiu o miolo do edifício da CESP

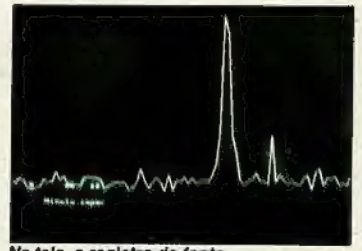
Porque este prédio está desabando

No incêndio que consumiu os dois prédios das Centrais Elétricas de São Paulo (CESP), bem no coração de São Paulo, em maio último, a parte central de um deles desabou. Não existe uma explicação definitiva para o desabamento — apenas hipóteses. Durante um incêndio, quando uma estrutura de concreto armado — composta de água, cimento, areia, pedra e mais as barras de armadura de aço — fica exposta a temperaturas superiores a 600 graus, o material concreto simplesmente desidrata. Em conseqüência, suas moléculas se contraem, enquanto os cristais que formam os agregados se expandem. O resultado é a desagregação do material. Por sua vez, as barras de armadura de aço, sob temperaturas elevadas, perdem suas principais características mecânicas, ajudando a enfraquecer o concreto.

Mas nem sempre o desabamento pode ser explicado apenas pelo calor das chamas. O engenheiro Eduardo Horta, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), de São Paulo, lembra que é preciso levar em conta também a estrutura do edifício. No caso da CESP, a hipótese é de que o problema ocorreu devido à ruptura de alguns dos dezesseis pilares que sustentavam a construção. Eles foram submetidos a enormes esforços por terem que conter a expansão dos elementos horizontais da estrutura — painéis de laje, vigas etc — causada pelas altíssimas temperaturas. Com essa sobrecarga toda, os pilares se romperam por cisalhamento, ou seja, por corte. Segundo o engenheiro Horta, "é comum ocorrer esse tipo de ruptura em pilares de prédios incendiados". ■

Brasileiros acham fonte no espaço

Uma fonte radiativa de vapor de água particularmente intensa e brilhante, que indica uma região de formação de estrelas, foi captada recentemente pelo radiotelescópio do Observatório de Itapetinga, em Atibaia, São Paulo. A fonte tem a característica de emitir radiação por efeito *maser*, num processo semelhante ao *laser*. Mas em lugar dos feixes de luz deste, o *maser* emite radiação amplificada na faixa de microondas. Os dados obtidos até agora pelos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais e do Instituto Astronômico e Geofísico revelam que essa fonte está provavelmente situada na área da constelação de Escudo, a cerca de cinco mil anos-luz da Terra, ou seja, a 47 quatrilhões de quilômetros. A estrela mais vizinha do sistema solar é a *Próxima Centauri*, que fica a 4,3 anos-luz. O Sol dista cerca de oito minutos-luz da Terra. Diversas nebulosas da nossa galáxia, a Via Láctea, emitem radiação, o que indica a presença de moléculas de vapor de água. Tais moléculas provam, seguramente, que ali estão se formando estrelas. Na nebulosa de Órion, distante cerca de 1500 anos-luz, por exemplo, dezenas de estrelas estão em processo de formação. ■



Na tela, o registro da fonte...

FOTOS LUIZ CARLOS KFOURI

...captada pela antena parabólica do radiotelescópio do INPE

PERGUNTAS SUPERINTRIGANTES

Reprodução

Existem espécies que se reproduzem sem a participação dos machos?

A maioria das espécies de lagartos se reproduz assim. No sudoeste dos Estados Unidos e no norte do México, por exemplo, vive uma espécie de lagarto *(Cnemidiphorus uniparens)*, formada somente por fêmeas que se reproduzem por partenogênese — ou seja, sem a participação de machos. Nesse tipo de reprodução, cada fêmea é um clone: as filhas são geneticamente idênticas à mãe. A partenogênese pode não ser muito romântica, mas tem lá suas vantagens — uma delas é dar à espécie um potencial maior de crescimento demográfico. É lógico: afinal, todos os lagartos, e não apenas cerca de metade, são capazes de colocar ovos.

Mas o que chama a atenção na reprodução dos *Cnemidophorus uniparens*, especificamente, é a simulação do ato sexual: um lagarto se comporta como a fêmea que de fato é; outro age como se fosse macho — monta sobre a parceira, enroscando-a com o rabo. A cada duas semanas, aproximadamente, os papéis se invertem: o aumento acentuado da quantidade de progesterona — o hormônio que regula o crescimento dos ovários — no organismo da fêmea que acabou de pôr ovos indica-lhe que chegou a sua vez de representar o macho. Passadas mais duas semanas, seus ovários estão crescidos e começam a secretar outro hormônio, o estrógeno: é o sinal de que deve reassumir o verdadeiro papel de fêmea.

Qual a finalidade desse teatro todo para a reprodução? Segundo o professor David Crews, da Universidade do Texas, nos Estados Unidos, as fêmeas *Cnemidophorus uniparens* ovulam com mais facilidade, quando há outras fêmeas por perto, imitando machos. ■

Fevereiro

Por que o mês de fevereiro tem apenas 28 dias?

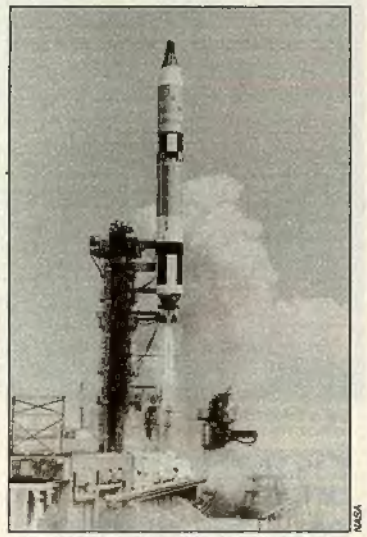
No ano de 46 a.C. o imperador romano Júlio César promoveu uma reforma no calendário: um dia foi acrescentado a cada quatro anos — daí o ano bissexto — e os meses passaram a ter, alternadamente, trinta ou 31 dias. Nos anos bissextos, o mês de fevereiro, que tinha 29 dias, ficava com trinta. Em 44 a.C., no segundo ano de vigência desse Calendário Juliano, o Senado decidiu homenagear o imperador e propôs que o mês Quintilis — que tinha 31 dias — passasse a se chamar Julius (julho). Trinta e seis anos depois, em 8 a.C., o nome do oitavo mês, Sextilis, foi mudado para Augustus (agosto) em honra ao então imperador César Augusto. Mas, como o mês escolhido para homenagear Augusto tinha trinta dias, um a menos que o de Julio César, optou-se por tirar um dia de fevereiro — que ficou com 28 dias — e adicioná-lo a Sextilis. Para manter o critério de alternância do Calendário Juliano — um mês com trinta, outro com 31 dias —, já que agosto ficou com 31 dias, setembro passou para trinta e assim sucessivamente. ■

ENCICLOPÉDIA ABRIL

O imperador romano Júlio César promoveu a reforma do calendário

Satélites

Por que os satélites costumam ser lançados a partir do equador?



NASA

A proximidade do equador facilita colocar o satélite em órbita

Quanto mais próximas estiverem do equador as bases de lançamento de satélites, mais facilmente eles alcançarão a órbita geoestacionária em que permanecerão no espaço, 36 mil quilômetros acima do equador. Em órbita geoestacionária, o satélite dá a impressão de estar parado no céu. Na verdade, ele está girando na mesma velocidade da Terra. Os satélites são lançados perto do equador — como é o caso da base de Kurou, na Guiana Francesa — e aproveitam a própria rotação terrestre, o que faz com que suas trajetórias requeiram apenas uma correção mínima. ■

Para tirar suas dúvidas escreva para PERGUNTAS SUPERINTRIGANTES, Rua Geraldo Flausino Gomes, 61, CEP 04575, São Paulo, SP

AS FIGURINHAS DA COPA UNIÃO 88

© edasa

Tudo sobre os times que estão no campeonato, em figurinhas pra você colecionar! E tem mais!

MILHARES DE PRÊMIOS!

As figurinhas carimbadas valem prêmios: bolas e camisetas exclusivas da Copa União 88!

ACHOU, GANHOU!

Álbum e figurinhas já nas bancas!

A pílula anticoncepcional

Combatido a princípio até com a prisão, o controle da natalidade acabou se impondo como uma das marcas registradas deste século. E um invento contribuiu decisivamente para essa fantástica revolução no comportamento humano

O nome de Malthus é muito conhecido em relação às controvérsias sobre a população terrestre que se iniciaram em fins do século XVIII; não o é tanto, porém, o de Joseph Towsend, que, alguns anos antes, a partir de uma viagem à Espanha, havia publicado um livro *(A Journey Through Spain in the Years 1786 and 1787)* em que reprodução humana e fome são apresentados como termos de um dilema insolúvel. "Um apetite tem que regular o outro", dizia.

A questão estava no ar, quando o clérigo inglês Thomas Robert Malthus (1766-1834) publicou, em 1798, seu *Ensaio sobre o Princípio da População*, em que desenvolvia a célebre tese de que a humanidade se multiplica segundo uma progressão geométrica (1,2,4,8,16...), enquanto a produção de alimentos segue uma progressão aritmética (1,2,3,4,5...); uma crise alimentar global seria inexorável.

Gregory Pincus, o pai da pílula: hormônio para impedir a ovulação

Malthus, que anos depois foi nomeado professor de Economia Política no colégio da Companhia das Índias, não via saída para o dilema, pois a idéia de controlar os nascimentos era repugnante para suas crenças. O matrimônio tardio para os pobres ou a voluntária abstenção do contato sexual eram seus únicos métodos aceitáveis. Sua aversão era compartilhada por uma grande maioria e não apenas de crentes, mas também dos que consideravam que sexualidade sem procriação era uma prostituição da mulher. Entre eles se encontravam as primeiras sufragistas e feministas. Outros, porém, inspirados por Malthus, advogavam o controle da maternidade para as massas. Ficaram conhecidos com o nome de neomaltusianos.

Em todo caso, até fins do século XIX, a obscura e paciente promoção de alguns médicos e higienistas iniciou a popularização de certos métodos simples de contracepção. O mais conhecido foi o preservativo ou camisinha, concebido antes como um profilático contra a infecção do que como barreira contra a fecundação. Incômodo a princípio — era feito com tecido, pele ou tripas de animais —, o descobrimento do processo de vulcanização da borracha, em 1843, tornou-o mais sutil e barato. Em 1870, já era industrializado para a venda.

O método de obstruir o acesso ao útero é conhecido desde a antiguidade egípcia, quando se empregavam excrementos de crocodilo e, posteriormente, compressas vegetais, emplastros de linho etc, tão inconvenientes quanto perigosos. Friedrich Adolph Wilde, um alemão, sugeriu, em 1833, fazer um molde de cera do colo do útero, do qual se poderia obter uma espécie de preservativo de borracha que aderiria perfeitamente. A idéia desta capa cervical não teve muito êxito inicialmente; porém, em 1870, outro alemão, o doutor Mensiga, inventou o diafragma, uma lâmina elástica que, ao cobrir a maior parte da parede vaginal, não precisava de ajuste prévio individual, o que contribuiu para sua rápida popularização.

Estes e outros métodos incipientes se viam reclamados pela agitação social e demográfica que caracterizou as últimas décadas do século passado, devido à emigração, à industrialização e às colonizações, que se acentuam e se estendem prodigiosamente nos primeiros anos do século XX, agravadas de imediato pela Primeira Guerra Mundial.

O indubitável é que, desde o começo de nosso século, se vai plasmando uma preocupação universal pelos problemas do sexo e da população. No que se refere ao controle da natalidade, duas figuras femininas se destacam desde o início do século.

Nascida em Edimburgo, Escócia, doutorada na Universidade de Munique, Alemanha, Marie Charlotte Carmichael Stopes (1880-1958) era, aos 24 anos, uma reputada especialista em paleobotânica, graduada para investigar fósseis no Japão. Atraente e apaixonada, casou-se com um colega de profissão que se descobriu ser impotente. As ansiedades, ignorâncias e decepções daquela experiência — o matrimônio não consumado foi anulado depois — a levaram a investigar e logo escrever, embora ainda virgem e inexperiente, o que seria considerado um dos grandes manuais conjugais do século XX. A primeira edição de seu livro *Married Love* (Amor Conjugal) vendeu imediatamente.

A autora recebeu uma infinidade de cartas solicitando ajuda e conselho. Aos 37 anos, voltou a contrair matrimônio com um aviador de 40 anos, Humphrey Verdon Roe, com quem publicou em 1918 seu segundo livro, *Wise Parenthood* (Paternidade Prudente), um guia prático de contracepção que foi recebido com fortes críticas. Apesar delas, Marie e seu marido fundaram, três anos mais tarde, a primeira clínica de controle da natalidade, em Londres. Ela dedicou o resto de sua vida a divulgar e lutar por suas idéias.

Menos literária mas não menos combativa e tenaz foi a norte-americana Margaret Higgins Sanger (1883-1966), que, em 1914, fundou a *National Birth Control League* dos Estados Unidos e, em 1916, abria em Brooklin, Nova Iorque, a primeira clínica para o controle da natalidade. A clínica foi fechada e sua fundadora presa por 30 dias. Margaret não se acovardou por isso: em 1921, fundava a *American Birth Control League*, sob cujo patrocínio se inaugurou o *Sanger Research Bureau*, uma nova clínica em Nova Iorque, que não só sobreviveu como induziu o presidente da nova liga, James F. Cooper, a fundar uma companhia dedicada a fabricar diafragmas para mulheres, tornando-as independentes do fato de os homens usarem ou não preservativos.

Uma nova incursão da polícia fechou a clínica em 1929, o que não fez mais do que aguçar a tenacidade de Margaret Sanger, que prosseguiu com suas campanhas e fundações. Sua incansável atividade a levou, em 1951, a visitar um renomado biólogo da Fundação Worcester de Biologia Experimental, para pedir-lhe que investigasse as possibilidades de um contraceptivo oral, efetivo e seguro, para liberar as mulheres das conseqüências da maternidade desordenada e irregular. Ele se chamava Gregory Goodwin Pincus (1903-1967), e tinha estudos de agricultura, completados com genética e fisiologia da reprodução na Universidade de Harvard. Havia conseguido induzir a primeira parte no gênese, em coelhos da Índia, isto é, a reprodução sem concurso direto do macho.

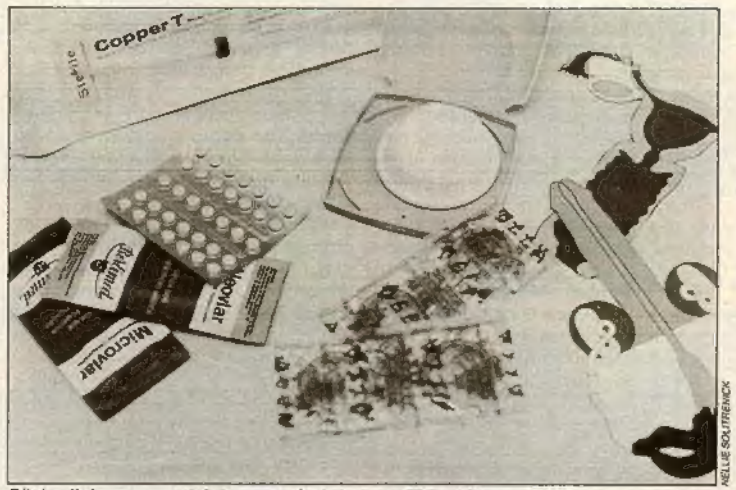
A visita de Margaret Sanger, argumentando com cifras e sua larga experiência, causou tão profunda impressão em Gregory Pincus que este mudou radicalmente a orientação de seus estudos biológicos e, dois anos depois, investigava os efeitos esterilizadores dos hormônios esteróides nos mamíferos.

A busca de um contraceptivo oral remonta, antes de Pincus, a ensaios com um hormônio feminino chamado progesterona e aos procedimentos sobre sua obtenção. Um dos avanços biológicos do século havia levado justamente a um melhor entendimento do processo de fecundação, de seu mecanismo bioquímico. Dito simplesmente, uma mulher grávida não pode engravidar de novo porque o óvulo fecundado se rodeia de hormônios inibidores que impedem uma nova ovulação. Portanto, se fosse possível produzir algum tipo de gravidez falsa na mulher, mediante a ingestão de hormônios inibidores, por exemplo, se evitaria a fecundação.

A progesterona vinha sendo usada para desordens menstruais e a prevenção de certas formas de aborto, porém sua obtenção era muito trabalhosa e cara. Um professor de química do Instituto Rockfeller da Pensilvânia, Russell E. Marker, estudando um grupo de esteróides, descobriu um processo de obtenção da progesterona. Marker verificou também que esses esteróides existiam em grande quantidade em algumas variantes dos yams, fruta de uma árvore silvestre mexicana. Vencendo não poucos obstáculos financeiros, Marker recolheu umas dez toneladas de yams e sintetizou dois mil gramas de progesterona, que então custava 80 dólares o grama.

Com os doutores Chang e Rock na Fundação Worcester, Pincus descobriu os estrógenos e progestágenos, derivados da progesterona que mais inibiam a ovulação, e deles saiu a pílula anticoncepcional. Os primeiros ensaios, realizados em Porto Rico e Haiti, demonstraram sua eficácia. Uma larga série de modificações ocorreu desde então com sucessivos aperfeiçoamentos e correções dos efeitos secundários. O século XX havia encontrado sua pílula reguladora da maternidade como uma de suas mais transcendentais invenções. ■

Celso Collazo



KELLIE SOUTHERNICK

Pílula, diafragma, camisinha: acessíveis hoje a milhões de pessoas

LINGUAGEM

À procura do idioma universal

Nesta torre de Babel chamada Terra existem cerca de três mil línguas diferentes. Mas o intercâmbio entre os povos exige cada vez mais uma comunicação universal. E ela somente foi possível até hoje em campos específicos, como a música e a matemática. As tentativas de maior alcance foram mal-sucedidas.

Até o ano 2000, a população mundial — inclusive a do Terceiro Mundo — estará viajando tanto que a exigência de uma língua comum entre os povos será uma necessidade imperiosa. O domínio de um idioma universal para se comunicar já não será privilégio apenas dos que têm maior acesso à cultura. Ainda não se decidiu qual será esta linguagem. Sabe-se apenas que ela não deverá ter fronteiras, além de ser pensada para a próxima e não para esta geração.

A ONU (Organização das Nações Unidas) tem cinco idiomas oficiais: inglês, espanhol, russo, chinês e francês; e seus tradutores não dão conta das montanhas de papéis acumuladas sobre suas mesas. Aqueles que, por causa do trabalho, são obrigados a percorrer diversos países, acabam aprendendo vários idiomas. Mas esta circunstância, em geral, implica em um conhecimento muito superficial. Defender-se não é dominar. Por este motivo, é possível escrever até uma enciclopédia com os erros de interpretação cometidos, inclusive na área diplomática.

Na visita que fez a Moscou em maio passado, o ministro de Assuntos Exteriores da Espanha, Fernando Morán, que fala inglês, cometeu uma gafe. Quando um jornalista lhe perguntou em inglês se havia tratado do problema do dissidente Andrei Sakharov com as autoridades soviéticas, ele respondeu que "o tema do Sahara não foi incluído nas conversações". Outro exemplo: há alguns meses, a imprensa espanhola publicou a notícia "intoxicação alimentícia mata milhares de turcos". Na realidade, as vítimas não eram turcos, mas perus. Eles traduziram a palavra turkeys (em inglês, perus) por turcos (em inglês, turks).

Existem aproximadamente três mil línguas no planeta. Cerca de cem são utilizadas por mais de um milhão de pessoas. A metade da população mundial se comunica em chinês, inglês, espanhol, russo, árabe, indu e português. O comércio internacional, o turismo, a política, os descobrimentos científicos obrigaram a intercomunicação entre homens e culturas e áreas lingüísticas distintas. Já é necessária a introdução de uma língua para a humanidade. No entanto, esta idéia, de vantagens indiscutíveis, não é tão fácil de ser colocada em prática.

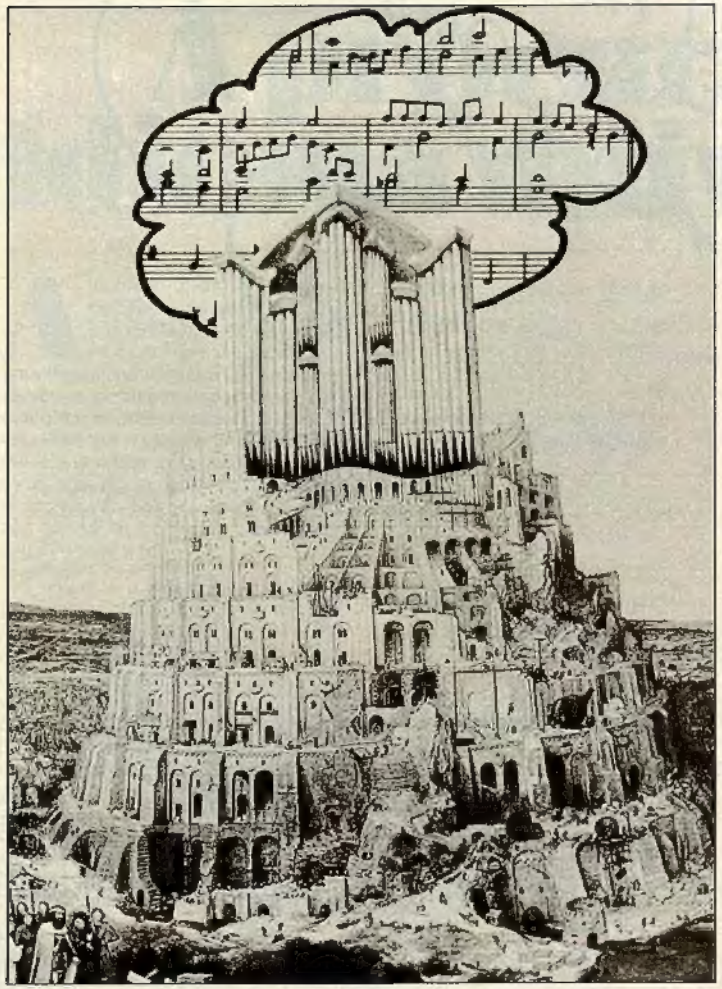
O inglês, devido ao predomínio político e econômico dos Estados Unidos, se converteu em idioma quase universal. Um em cada quatro habitantes do planeta pode se entender, mais ou menos bem, nesta língua. Mas os chineses (mais de um bilhão de habitantes) e os soviéticos (277 milhões) se negam a aceitá-la; e os dois países somam mais do que a quarta parte da população mundial. Esta circunstância levou os filólogos a considerar que somente um idioma novo deixaria de lado conotações políticas e sociais, pois pertenceria a todos e a ninguém ao mesmo tempo. Não deixa de parecer absurda, no entanto, a implantação de uma língua inventada quando existem mais de três mil faladas. Anos atrás, foi apresentada a proposta de eleger o finlandês ou o nayatl (asteca), para evitar ressentimentos e lutas de poder. A sugestão, no entanto, não foi levada em consideração.

As tentativas de fabricar um meio de expressão artificial são antigas. As primeiras aproximações produziram línguas-catálogos, inúteis para a comunicação humana. Um bom exemplo disto é a invenção do escocês Dalgamo, composta de palavras divididas em partes: o *n* equivaleria a tudo o que se referisse a seres vivos; em combinação com a letra grega *eta* formaria o conceito de animais; completado com o *k*, animais de quatro patas.

Mas um idioma vivo nunca é tão lógico, tão fechado, tão regulado. Por isso também não triunfou a fantasia de um francês chamado François Sudre, que em 1817 criou o *Solresol*, método baseado no solfejo: dó significava *sim;* ré era *e;* mi se tornou *ou* etc. A palavra *solasi*, ou seja, três tons ascendentes, indicaria subida, e assim seria construída uma variedade de frases. Esta linguagem permitiria também o canto, o que entusiasmou muitos dos intelectuais contemporâneos de Sudre; o poeta Victor Hugo e o imperador Napoleão III eram seus fãs incondicionais. O *Solresol* é hoje uma simples curiosidade da História da Lingüística.

Além dos idiomas artificiais, surgiram outras tentativas a partir da combinação de línguas vivas. No ano de 1879, o monsenhor alemão Johan Martin Schleyer inventou um sistema original, denominado *Volapuk,* que, em um primeiro momento, parecia uma revolução. Semelhante em sua

Como inventar uma língua nova



A música, tanto quanto a matemática e a química, conseguiu superar as barreiras culturais e lingüísticas entre os povos. Qualquer que seja o país de origem do músico, ele é capaz de ler e interpretar as notas de uma partitura e transmiti-las para pessoas de idiomas diferentes

estrutura ao húngaro e ao turco, alcançou grande êxito no final do século passado. Foram publicadas 316 gramáticas, traduzidas em 25 idiomas; 25 revistas e 283 clubes se dedicaram à promoção da língua.

Esta difusão, no entanto, foi bloqueada pelo próprio Schleyer. Durante um congresso, vários delegados propuseram a introdução de mudanças gramaticais. Schleyer as recusou violentamente, argumentando que aquele era o seu idioma e não havia autorizado ninguém a fazer modificações. Como se pode pretender que um meio de expressão pertença a apenas uma pessoa? Esta situação é ainda mais incongruente quando se trata de um modelo de linguagem universal.

Felizmente, muitas das tentativas de criação de idiomas não foram adiante. Foi o que ocorreu com o *Tutônico*, mistura de um mau inglês e um mau alemão, nascido no final do século passado e morto no começo deste. Surgiram ainda várias inovações lingüísticas, entre elas uma feita a partir da combinação do grego clássico, latim e chinês. Nos Estados Unidos, apareceu a idéia de promover um inglês básico, composto por 850 palavras; a idéia não prosperou porque seus defensores se esqueceram de que se tratava da língua materna de mais de duzentos milhões de pessoas que teriam um vocabulário mais rico, com expressões incompreensíveis para os praticantes da versão reduzida.

Somente o esperanto, um dos idiomas inventados, chegará a superar os cem anos de vida. Criado pelo oftalmologista polonês Ludwig Leizer Zamenhof em 1887, é formado pela síntese de várias línguas européias. Toda a sua gramática se resume a dezesseis regras, o que garante a aprendizagem no prazo de um ano. Pelas experiências comparativas, o esperanto exige um terço do tempo necessário para aprender um idioma como o francês. Atualmente, é empregado, com diferentes graus de perfeição, por dez milhões de pessoas em todo o planeta.

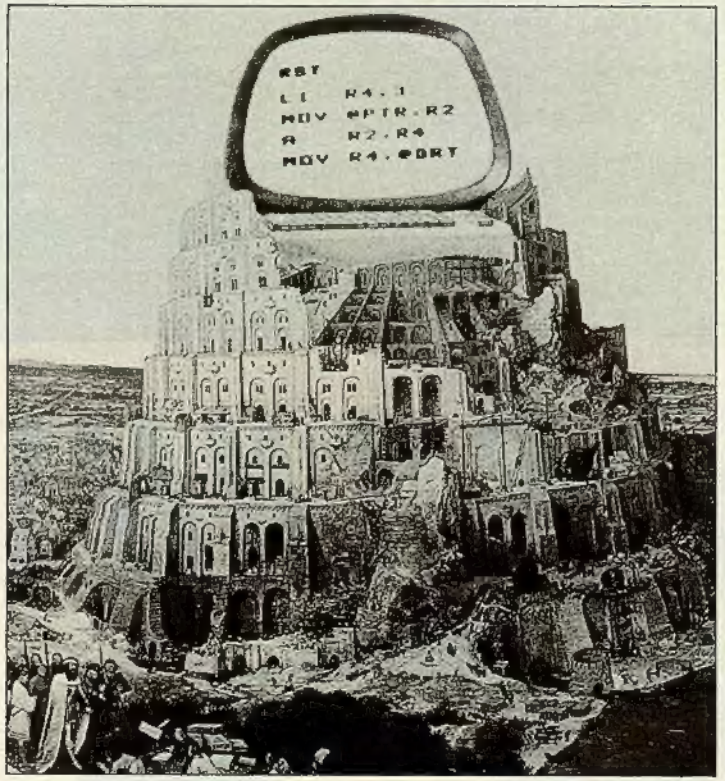
Inglês é o esperanto do mundo ocidental

Um grande número de romances e peças de teatro foi escrito originalmente em esperanto, para o qual já foram traduzidas cerca de dez mil obras da literatura universal. Emissoras de rádio de Viena, Varsóvia, Pequim, Berna, Roma, Sofia e Zagreb transmitem programas em esperanto. E o sistema internacional de telegrafia o aceita como meio de comunicação, junto com as línguas vivas e o latim.

Apesar de tudo, o esperanto não alcançou seu objetivo e nem está a caminho de fazê-lo. Grande parte dos idiomas vivos podem ser considerados muito mais universais, ainda que tenham uma aprendizagem mais lenta. Alguns filólogos tentaram explicar a aceitação limitada do esperanto com razões de caráter fonético. Diziam que a pronúncia era complicada para pessoas de certas regiões. Por exemplo, os habitantes do Pacífico Sul teriam enorme dificuldade para pronunciar agrupamentos de letras como *sp, st, sch;* os chineses lutam com o *r*, os japoneses com o *l*. Mas em que linguagem isso não acontece? Só quando a fonética é ensinada desde a infância é possível ultrapassar esta barreira.

O verdadeiro motivo está no fato de

No ano 2000, seremos bilíngues



Linguagens de tipo Basic, Assembler, Fortran ou APL são utilizadas pelos computadores de todos os países. Mas o desenvolvimento cada vez maior da informática exige a criação de uma linguagem universal, que tenderá a se impor sobre todas as outras já conhecidas

que os países que possuem o predomínio econômico e político impõem sua língua nas áreas em que exercem influência. Por isso o inglês se converteu no esperanto do mundo ocidental. Apesar do seu uso estar restrito a determinados países, tamanha é a sua difusão que, dentro de uma década, os jovens de todos os países industrializados do Ocidente já poderão comunicar-se sem problemas neste idioma. De fato, nas nações mais desenvolvidas da Europa, as gerações mais jovens, com um nível cultural médio, o praticam como segunda língua.

O que se pretende porém não é uma língua ocidental, mas mundial. E em grandes regiões da Terra não se percebe nenhuma inclinação pelo inglês. Portanto, ainda está pela frente a tarefa de elegê-lo linguagem universal e assumir o compromisso de ensiná-lo como primeiro idioma estrangeiro a todas as crianças do mundo. Segundo os estudos psicológicos e lingüísticos, a idade apropriada para estudar um segundo idioma é em torno dos seis anos.

Apesar disso, as crianças do futuro nunca chegarão a ser bilíngües. Entre outros motivos porque o bilingüismo puro não existe. Nos casos em que o pai fala uma língua diferente ou que a família tenha emigrado para outro país, a criança estabelece inconscientemente uma separação entre as duas línguas: a materna é recebida com mais emoção enquanto que a paterna ou a do novo país lhe permite pensar de maneira mais madura e intelectualizada. A possibilidade de um conflito lingüístico entre a primeira e a segunda língua, entre o idioma vernáculo e o estrangeiro, pode provocar atrasos na aprendizagem, principalmente se o ensino começa cedo. Não é possível esquecer também que a riqueza do pensamento caminha paralelamente à da linguagem.

O ditador soviético Stálin sonhava que, quando a revolução comunista mundial estivesse concluída, todos os homens falariam russo. Ninguém seria pressionado a fazê-lo. Mas ele estava convencido de que o ideal comunista estabeleceria laços tão estreitos na humanidade que os diversos idiomas da Terra resultariam em um único. Deixando de lado os desejos utópicos de Stálin, o certo é que existem alguns exemplos de linguagem universal no campo da cultura e da ciência. Pensemos na música, na matemática, nas fórmulas químicas. Todos os matemáticos e todos os químicos são capazes de entender os resultados dos trabalhos de seus colegas, sejam quais forem os países de origem. Todos os músicos têm condições de escrever, ler e interpretar qualquer partitura.

Ciência tem exemplos de linguagem universal

Estamos iniciando uma nova era em que se torna mais necessário do que nunca uma base de entendimento: a era da eletrônica, que somente alcançará a plenitude quando todos os computadores se expressarem com a mesma linguagem.

Uma equipe de especialistas norte-americanos em Semiótica começou a estudar um sistema de sinalização para o futuro. O método de identificação deverá ser compreensível em qualquer linguagem humana. Trata-se de um programa governamental que tem como objetivo fazer com que todos os habitantes do planeta saibam reconhecer resíduos radioativos que a indústria atômica aloja sob a superfície. O responsável pelo projeto é Thomas Sebeok, presidente da Associação Semiótica Internacional, especializada no tema da comunicação animal e humana.

Poder falar com todos os habitantes da Terra. Entender qualquer estrangeiro. O velho sonho da humanidade. Em épocas passadas, a língua cosmopolita foi o latim; com ela se expressavam as pessoas mais cultas, os estadistas, a Igreja. Nos Estados Unidos se dá muita importância ao aprendizado do chinês. O homem conquistou o espaço e ensinou os computadores a falar, mas não superou a história bíblica da torre de Babel. ■

TECNOLOGIA

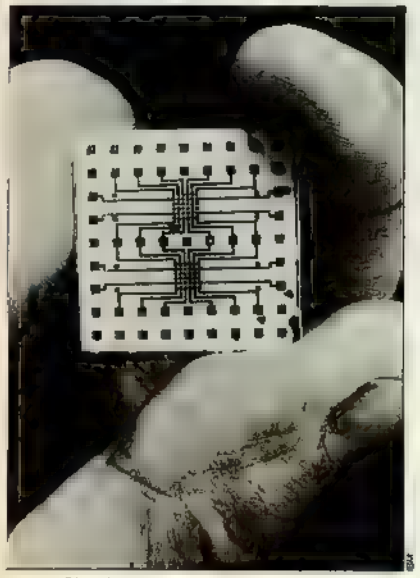
FIO MARAVILHA

Se tudo der certo, antes ainda do final do século estarão prontos os frutos da revolução dos supercondutores — os fios de cerâmica que são capazes de transportar eletricidade sem nenhuma perda de energia e cujos poderes magnéticos vão criar novidades fantásticas, como, por exemplo, o trem que anda no ar a altíssimas velocidades

Como o aço para a civilização industrial, os cabos de cerâmica com seus superpoderes marcarão os novos tempos

Das antigas e delicadas porcelanas chinesas às sofisticadas telhas usadas para proteger do calor o nariz do ônibus espacial americano, a cerâmica tornou-se uma das técnicas mais bem conhecidas do homem. O que ninguém nunca imaginou, porém, é que ela podia também ser empregada para construir fios elétricos — pela simples razão de que sempre foi tida como péssima condutora de eletricidade e excelente isolante nas linhas de alta tensão. Mas aquela convicção desmoronou em meados de 1986 quando, totalmente por acaso, dois químicos franceses tiraram do forno uma cerâmica capaz de fazer milagres. Ela não apenas era uma boa condutora de eletricidade, mas possuía eficiência absoluta, coisa nunca vista sequer em um fio metálico. No novo condutor de barro, uma vez iniciadas, as correntes elétricas jamais se interrompiam

Tudo que é elétrico vai mudar



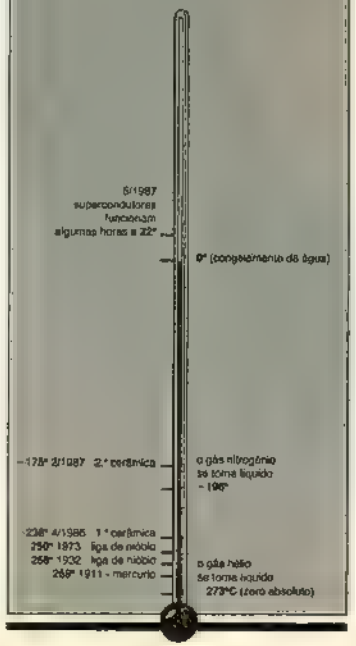
Circuito supercondutor: progresso

A partir de então, os pesquisadores começaram a sonhar com as mil e uma utilidades capazes de advir desse fio maravilhoso. Alguns cientistas chegaram a sugerir que estava aberta a via para a levitação — qualquer um poderia andar sobre as águas, a exemplo de Cristo sobre o Jordão. "Em vez de esteiras como as que existem nos aeroportos mais modernos, as pessoas poderão deslizar acima de um tapete magnético", prevê, por exemplo, um dos mais imaginativos especialistas nas novas possibilidades da cerâmica, Praveen Chaudhari, vice-presidente da empresa de computadores IBM. Todo fio que transmite eletricidade se transforma em um fraco imã, argumenta Chaudhari. A sua força se multiplica em uma bobina, que contém grande extensão de fio enrolado. Por isso, os poderes magnéticos dos fios de cerâmica criariam novidades fantásticas.

Mesmo os mais céticos acreditam que essas novidades começarão a invadir a vida cotidiana num prazo não superior a cinco anos. Uma usina como a de Itaipu fornece um bom exemplo das mudanças que poderão ocorrer rapidamente. Toda hidrelétrica desperdiça energia, pois, devido a contingências geográficas, está em geral sempre longe dos centros de consumo. No trajeto entre a usina e o consumidor perde-se energia, porque a resistência dos fios metálicos cria uma espécie de atrito que dificulta a passagem da eletricidade. A corrente elétrica acaba se transformando em calor, que não serve para nada. Estima-se que as perdas por esse motivo representam até 20 por cento da produção de energia. Esse desperdício poderá ser evitado com uma cerâmica supercondutora — isto é, capaz de transmitir eletricidade sem nenhuma resistência.

Maratona contra o frio

As cerâmicas se tornaram as campeãs da supercondução em temperaturas elevadas, mas os avanços nesse campo começaram em 1911, com a descoberta do fenômeno no metal mercúrio. Entre os supercondutores surgidos depois, os recordistas eram as ligas do metal nióbio. Veja na cronologia abaixo que apenas no ano passado deu-se um salto realmente grande no termômetro



Em segundo lugar, haveria ganhos nos próprios geradores de Itaipu que, como todo motor elétrico, opera com o auxílio de bobinas eletromagnéticas Com a eficiência dos novos eletroímas, essas máquinas se reduzirão a um décimo do seu tamanho atual, multiplicando a sua potência. Mas há ainda um meio muito especial de aproveitar os supercondutores nas hidrelétricas: estocando a força da queda dos rios, à noite. Ela não pode ser usada por completo porque nesse período o consumo é muito baixo e não há para onde enviar a energia produzida. As máquinas "giram no vazio", como dizem os operadores, enquanto o rio corre sem proveito. Mas uma bobina supercondutora poderia receber essa energia e mantê-la girando nos fios de cerâmica sem nenhuma perturbação. Pela manhã, conectada à rede de transmissão, a bobina devolveria a eletricidade estocada como se tivesse acabado de recebê-la.

Do tamanho de um punho, a bobina ergue um carro

O mesmo truque poderia ainda ser útil em um futuro carro elétrico — algo com que se sonha desde o advento da eletricidade. Esse carro, além de um motor reduzido, mais viável que os protótipos existentes, dispensaria também as baterias químicas, caras e pesadas, como fonte de energia: teria uma bobina supercondutora de estocagem elétrica no lugar dos tanques de gasolina. Isso, se alguém ainda se animar a construir automóveis, ironiza Chaudhari, da IBM. Segundo ele, de fato, todo o sistema de transportes pessoais poderá ser alterado com possibilidades inesperadas, daqui para a frente. Bobinas magnéticas embutidas nos sapatos das pessoas poderiam carregá-las por toda a parte, sobre uma rede de tapetes magnéticos.

É verdade que os engenheiros ainda gastarão muitas noites sobre as pranchetas até que estas e outras maravilhas se tornem parte da vida cotidiana. Mas na Universidade de São Paulo já existe um modelo antigo de bobina supercondutora — à base de fios metálicos super-resfriados — que tem o tamanho de um punho fechado mas é capaz de levantar um automóvel Nada impede que as cerâmicas supercondutoras revolucionem as máquinas elétricas que povoam casas, fábricas e escritórios no mundo moderno. Pois tudo que funciona com eletricidade poderá mudar — dos relógios de pulso e secadores de cabelo até as linhas férreas e os metrôs. "Os supercondutores são uma mina intocada de sonhos", definiu de modo preciso e poético o especialista americano Paul Grant

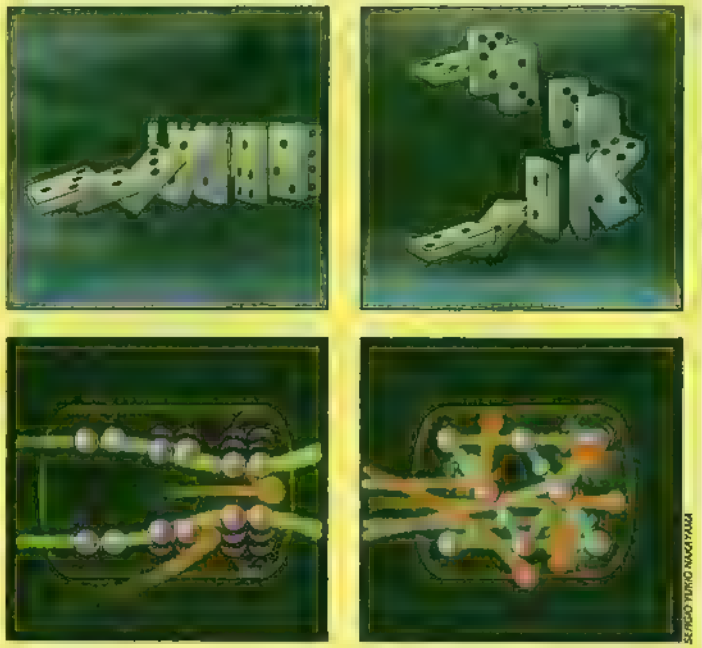
De início, as descobertas surpreenderam os próprios cientistas. Poucos acreditaram que existia um material capaz de trazer para a temperatura ambiente os segredos do comportamento das substâncias em condições de frio absoluto — ou seja, perto dos 273 graus abaixo de zero. Aí, nessa fronteira silenciosa do Universo, onde já não há o mais leve vestígio de calor, ocorre a supercondução. Mas, para efeitos práticos, isso equivale a não haver supercondução alguma, pois o esforço de conservar um fio a tal temperatura não pagaria o resultado. Por isso, os supercondutores metálicos fi-

Os elétrons brincam de dominós

Pode-se comparar a supercondução à conhecida brincadeira de derrubar dominós enfileirados. Esse jogo funciona apenas se a fila estiver muito bem arrumada: assim, quando o primeiro dominó é derrubado, os demais caem inevitavelmente um após o outro, em um movimento de cascata. A figura 1, acima, representa o movimento ordenado que ocorre durante a supercondução, segundo imaginam os físicos. Na figura 2, entretanto, o arranjo dos dominós se assemelha mais à condução comum de energia elétrica pelos fios. Nesse caso, não há uma ordem adequada na fila de dominós: eles caem ao acaso, ou se chocando de raspão com as peças seguintes, ou mesmo tombando no vazio. O movimento se interrompe e é preciso fazê-lo recomeçar com outro empurrão.

A supercondução, de fato, é apenas uma forma de organizar o movimento das partículas que existem dentro de todo fio elétrico. Veja a figura 3: o fio supercondutor é composto de átomos enfileirados, como no jogo de dominós, e a corrente elétrica é formada pelos elétrons, partículas que se soltam dos átomos a que pertencem. Nesse caso, o movimento dos elétrons e dos átomos se torna perfeitamente harmonioso. Os elétrons nunca se chocam com os átomos ou entre si mesmo, e nem a corrente se transforma em calor — o responsável pela resistência elétrica nos cabos comuns e verdadeiro sinônimo de caos.

A figura 4 representa o fluxo normal da eletricidade. Empurrados pela força dos geradores de energia — o que equivale ao empurrão nos dominós —, os elétrons avançam aos trambolhões. Acabam transformando a sua energia em calor, isto é, em movimento caótico dos átomos ou moléculas dos fios (moléculas são grandes grupos de átomos que se agregam nas substâncias).



SERGIO TUFIK NAKAYAMA

A supercondução permaneceu um mistério até a Segunda Guerra Mundial. Ela havia causado grande espanto quando foi descoberta, no início do século, porque até então se pensava que todo movimento devia cessar na ausência de calor. É o que ocorre próximo dos 273 graus negativos — ou zero absoluto, como dizem os físicos, pois nada pode ser mais frio que isso. Por tal razão, dizia-se que calor é apenas átomos em movimento: se não há um, não há outro. Mas essa é uma conclusão apressada, mostrou o físico sueco Heike Kamerlingh Onnes, o descobridor da supercondução, em 1911, quando estudava o comportamento do mercúrio a baixas temperaturas. Ele viu que, na ausência de calor, surgia de fato uma espécie de movimento perfeito entre átomos e elétrons.

Apenas 45 anos mais tarde, se descobriu que esse movimento é gerado por uma notável cooperação entre as partículas atômicas. Ocorre que os átomos se entregam a uma suave ondulação, onde os elétrons deslizam aos pares como surfistas no mar. Pois é esse balanço invisível nas profundezas atômicas dos cabos o responsável pela supercondução. As cerâmicas, aparentemente, são capazes de imitá-lo, mesmo em altas temperaturas, devido a algum detalhe químico em sua arquitetura: esse é o enigma que a ciência agora espera desvendar

Avanços espantosos em pouco tempo

caram inicialmente confinados às instituições de pesquisa. A coisa muda de figura quando a supercondução pode ser criada em temperaturas mais amenas, a "apenas" 200 graus negativos

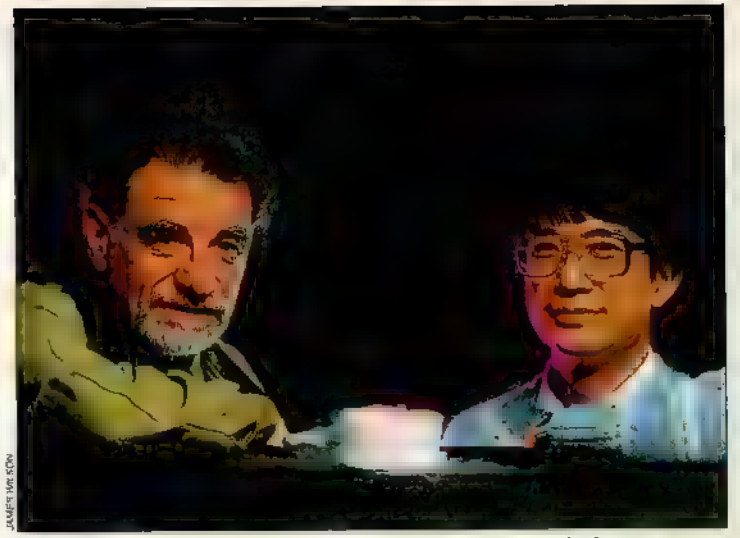
Este é o horizonte descortinado pelas novas cerâmicas, uma simples mas extraordinária mistura de quatro elementos químicos relativamente fáceis de encontrar: cobre, oxigênio, bário e outro ingrediente que pode ser o lantânio ou algum dos seus parentes, como o ítrio Basta misturá-los em determinadas proporções, moê-los e depois assá-los em um forno para ter à mão o novo material magnético. Assim, quando se deram conta de que a descoberta era real, em toda a parte os cientistas lançaram-se a explorar melhor os seus ingredientes. A febre da supercondução mobilizou também os cérebros no Brasil (veja abaixo)

A corrida mundial começou em Zurique, Suíça, com dois pesquisadores da IBM local, George Bednorz e Alex Muller. Eles descobriram que uma certa cerâmica estudada na França, por motivo completamente diverso, era capaz de conduzir corrente sem resistência, a uma temperatura relativamente alta. Até então, os supercondutores de metal funcionavam a cerca de 250 graus negativos. De imediato, a cerâmica elevava o patamar para 238 graus negativos — um espanto, pois desde 1911 a coluna do termômetro só havia avançado 20 graus, a contar do zero absoluto, até chegar aos 250 graus. Os primeiros testes de Muller e Bednorz, realizados com o lantânio na mistura de argila, datam de janeiro de 1986 e foram publicados em setembro do mesmo ano. Logo em seguida, os seus números começaram a ser melhorados — especialmente pelo professor Paul Ching-Wu Chu, da Universidade de Houston, nos Estados Unidos

Em novembro, Chu já havia se igualado aos europeus. Então, no decurso de uma verdadeira maratona contra o frio — da qual participam cientistas do mundo inteiro — ele acabou substituindo o lantânio pelo ítrio e estabeleceu o recorde: uma cerâmica supercondutora à temperatura de 181 graus negativos — três vezes mais do que o obtido nos 65 anos anteriores de pesquisas. A proeza foi realizada em fevereiro deste ano; de lá para cá, diversas combinações de argilas deram resultado idêntico. Apenas Chu e sua equipe acharam mais nove misturas, e os laboratórios Bell, nos Estados Unidos, testaram outras doze.

Em vários laboratórios ao redor do mundo já foram construídas cerâmicas supercondutoras em temperaturas bem mais elevadas. Os cientistas soviéticos anunciaram ter alcançado menos 23 graus. Pouco depois, divulgou-se que pesquisadores japoneses haviam conseguido o recorde dos recordes: 20 graus positivos. Mas, nos dois casos, o efeito durou apenas um par de horas A corrida prossegue para se chegar ao fabuloso supercondutor que se mantenha à temperatura ambiente. No entanto, os resultados obtidos até agora já garantem transformações tecnológicas profundas. As cerâmicas estão sendo manipuladas por técnicos especializados, que procuram transformar esse material quebradiço em peças práticas como fios, filmes ou placas.

O que causa furor no mundo da ciência e da indústria é a velocidade dos avanços. Apenas este ano os Estados Unidos vão gastar 38 milhoes de dolares em pesquisas nessa área. A maior parte das dotações vêm do go-



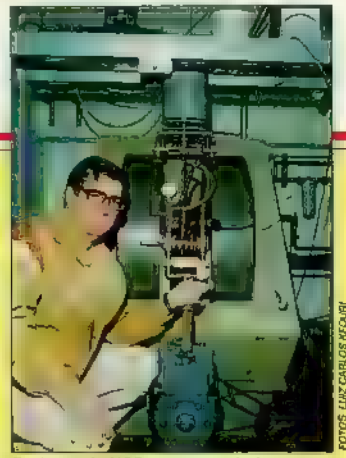
FOTOS LUIZ CARLOS MOURA

Alex Müller e Paul Chu demonstram as propriedades da supercondução

O Brasil também entra no clube

A nova era magnética aberta pelos supercondutores promete muito mais que a revolução dos reatores nucleares nos anos 60. Isso porque, ao contrario desta, ela não é nem cara nem secreta. Mesmo países de escassos recursos técnicos, como o Brasil, poderão ingressar no novo clube tecnológico, e não como meros copiadores de projetos alheios. "De fato, é muito simples produzir as novas cerâmicas", explica o físico Armando Paduan, da Universidade de Sao Paulo "Por isso, há hoje pelo menos uma centena de pesquisadores brasileiros contagiados pela nova febre", contabiliza ele

Na verdade, a energia nuclear acabou gerando conhecimentos uteis aos brasileiros, no estudo da supercondução "A tecnologia sofisticada de metais usada nessa área está nos auxiliando", afirma o físico nuclear Spero Morato, do Instituto de Pesquisas Nucleares (IPEN), localizado nos fundos da Cidade Universitária, em Sao Paulo Ele trabalha em estreita colaboraçao com Paduan, mas em seu laboratório já não há o charme misterioso da tecnologia nuclear, e sim prosaicas tigelas de misturar argilas e fornos para cozer supercondutores. Como outros cientistas nacionais, Morato alerta contra o excesso de entusiasmo, mas também acredita que podemos avançar muito

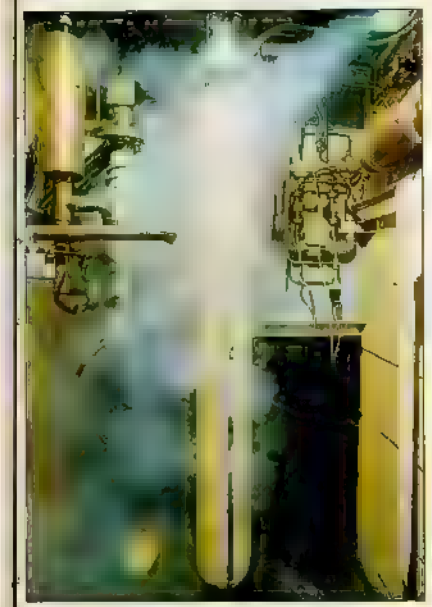


FOTOS LUIZ CARLOS MOURA

Paduan, da USP, com uma bobina supercondutora: "Muito simples"

Um dos caminhos da pesquisa no Brasil pode ser a construção de fios para aplicaçoes médicas, como nos tomógrafos, que já usam supercondução a baixas temperaturas. É o que pensa o físico Sergio Gama, da Universidade de Campinas A Unicamp foi aliás a primeira a construir no Brasil fios supercondutores do metal niobio, há cinco anos. Esses fios poderao ser produzidos em massa e exportados para a Itália Pelo menos há negociações em curso. Gama acredita que já se poderia tentar desenvolver também os fios cerâmicos nessa linha de produção e lembra, por outro lado, que se pesquisam supercondutores para circuitos eletrônicos na Universidade Federal do R.o de Janeiro (UFRJ). "Essa é outra direçao em que se deve avançar", diz ele

O Brasil apenas reproduz resultados obtidos pela poderosa máquina científica dos países ricos. Mas nunca se havia conseguido empatar com o exterior em tao pouco tempo — uma proeza do físico Heitor Cury Baso, da USP de São Carlos, no interior de Sao Paulo, que fez o primeiro supercondutor brasileiro, dois meses depois dos europeus. "Isso basta para atestar a maturidade da ciência nacional", diz Roberto Nicolsky, da UFRJ. A nova linha de pesquisa também acordou os brasileiros para a extraordinária ciência dos materiais, na qual se criam plásticos que conduzem eletricidade como se fossem metais ou cerâmicas tao duras como aço. É um campo muito próximo da técnica dos supercondutores, que se pode estimular e desenvolver. "Só por isso, já vale o esforço atual", acredita o físico carioca Ênnio Candotti, vice-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.



Tubo por onde circula o gás hélio para a supercondução abaixo de 0°

Receita de pastilha

As escolas têm condições de verificar como funciona a supercondução. Sob a direção do professor, os alunos podem construir sua própria pastilha e depois vê-la flutuar sobre um ímã na sala de aula Os ingredientes são adquiridos nas lojas de material didático, a começar pelos óxidos: 5 gramas de óxido de ítrio ($Y_2 O_3$), 20 gramas de óxido de bário (BaO) e 30 gramas de óxido cuproso (CuO). Eles devem ser misturados com um pouco de água e moídos por três horas em um cadinho, com um pilão Leva-se ao forno e aumenta-se gradualmente a temperatura até 900 graus, por seis horas, desaquecendo-se por mais seis horas até desligar

No forno, os ingredientes devem ficar um total de doze horas

O pó preto obtido precisa ser triturado durante três horas. Bem fino, pode ser prensado em forma de pastilha em uma caixa de aço Com um torno ou um macaco de carro, tem-se a pressão necessária: mil atmosferas. A pastilha volta ao forno por mais 12 horas, agora a 1 050 graus e com boa circulação de ar Pronto, o supercondutor flutuará entre os polos de ímã de ferro-boro, de 3 quilogauss, imerso em uma vasilha de vidro ou plástico cheia de nitrogênio líquido. A empresa White Martins, de São Paulo, produz o nitrogênio líquido. Todo o material — com exceção do forno — sairá por cerca de cinco mil cruzados. O professor deve tomar o cuidado de não tocar no nitrogênio com a mão.

Alguns sonhos já são realidade

Protótipo do "Maglev" japonês: 524 quilômetros por hora no ar

verno, mas também as empresas privadas estão fazendo planos: querem investir pesado nos produtos que podem nascer a partir das experiências Pelo menos um bilhao de dólares devem rolar nessa direçao, até 1990.

Alguns sonhos da supercondução já se converteram em realidade — ainda que, por enquanto, à base dos supercondutores antigos. Em primeiro lugar nessa lista estão os tomógrafos médicos que operam por ressonâncias magnéticas. Trata-se de uma espécie de máquina de raios X que se aproveita dos fracos imãs existentes em todas as substâncias — especialmente nas moléculas do organismo. Uma bobina nos tomógrafos perturba as minúsculas cargas elétricas dessas moléculas. Um computador analisa as perturbações e assim pode dizer o tipo das moleculas examinadas e a forma do órgao em que estão contidas.

Os tomógrafos atuais operam com supercondutores metálicos à base de nióbio, mas para isso é preciso resfriá-los com gás hélio liquefeito. Eis o nó do problema: descoberto no Sol antes de ser avistado na própria Terra, é dificilimo manter o hélio em forma líquida, pois isso ocorre a cerca de 270 graus negativos e exige capas especiais de isolamento térmico, que custam 100 mil dólares a peça. Se forem construídos com as novas cerâmicas, os tomógrafos poderão ser resfriados com nitrogênio líquido, a apenas 196 graus negativos, dispensando, portanto, os sofisticados protetores térmicos. Além disso, enquanto o suprimento anual de hélio custa aos hospitais em torno de 30 mil dólares, o nitrogênio custaria quarenta vezes menos, isto é, a bagatela de 750 dólares ao ano.

O "Maglev" só usa as rodas para pousar e decolar

O mesmo poder de criar fortes perturbações magnéticas é que deu aos japoneses a idéia de usar a supercondução em seu *Maglev*. Essa máquina é um trem experimental que não precisa de trilhos: flutua sobre forças ou campos magnéticos fortíssimos, gerados por ímãs supercondutores. Sem o atrito da roda com o trilho, o gasto de combustível para mover o comboio ferroviário é mínimo. Assim, a sua velocidade pode chegar a 524 quilômetros por hora — uma proeza alcançada já em 1979. Esse desempenho é quase duas vezes melhor que o do mais veloz trem em operação comercial no mundo, o TGV, que circula entre Paris e Lyon, na França, e atinge 298 quilômetros por hora.

O supertrem japonês — cujas imagens sao o símbolo até agora mais vistoso da nova era tecnológica — opera com oito magnetos em cada vagão. Seus trilhos são milhares de bobinas enfileiradas no leito de uma ferrovia de oito quilometros, onde é testado. Como a força magnética dos vagões aponta em direçao oposta à força das bobinas-trilhos, o *Maglev* é mantido no ar a cerca de dez centímetros de altura. Só usa as rodas para pousar e decolar, como os aviões

Os governos parecem mais propensos a gastar grandes somas num instrumento formidável da pesquisa científica: os aceleradores de partículas, onde a força dos eletroimãs impulsiona fragmentos de átomos a altíssimas velocidades e os obrigam a se chocar violentamente entre si Estudando os restos das colisões, os físicos esperam descobrir como o átomo é construído por dentro. Só nos Estados Unidos está se gastando 25 milhões de dólares com esses aceleradores, soma que deve subir para 300 milhões até 1990

Pelo menos metade dessa montanha de dinheiro será empregada em supercomputadores muito menores que os menores existentes no mercado. O que impede a redução ainda mais acentuada dos computadores atuais é o calor criado pela resistência dos fios metálicos: à medida que os microcircuitos ficam cada vez mais compactados, o calor se concentra e tende a fundir os fios. Esse problema, naturalmente, não surge quando os fios não têm resistência, como nas cerâmicas. É por esse motivo, aliás, que os novos materiais de mil e uma utilidades não prestam para uma coisa fazer chuveiros elétricos, que dependem de alta resistência para gerar calor e aquecer a água.

Mas não é só no tamanho que a superconduçao vai melhorar os computadores. eles também deverao se tornar ainda mais precisos. Na Inglaterra, por exemplo, já se testou uma máquina supercondutora usada para fabricar circuitos eletrônicos mais eficientes. Ela pode criar detalhes ate dois milhões de vezes menores que um metro, dobrando a precisao das atuais linhas de montagem. Em outro caso, um microcircuito dotado de fios supercondutores pôde dominar correntes elétricas infinitamente fugazes, que duram até dois trilhões de vezes menos que um segundo.

Nesses casos, o que está em jogo é a arquitetura microscópica das substâncias — o reino abissal das moléculas e átomos. A moderna ciência está cada vez mais próxima desses tijolos fundamentais da matéria, mas o seu mundo fica tão distante da nossa experiência que parece mágico. É o que imaginou o escritor argentino Ernesto Sábato. "A física moderna parece uma feira de diversoes, com salas de espelhos, labirintos de surpresas e homens que apregoam fenômenos", escreveu ele em um artigo denominado "Física Escandalosa", de seu livro *Nós e o Universo*

Afinal, dizem os físicos, mesmo o aço maciço é feito em sua maior parte de nada. Uma barra de qualquer material é de fato um agregado com um número imenso de partículas minúsculas que estão a grandes distâncias umas das outras, comparativamente ao seu tamanho. Essas partículas vivem em perpétuo movimento. São os átomos ou moléculas, aos quais se pode chegar, partindo e tornando a repartir as substâncias. Por exemplo, pode-se dividir uma laranja ao meio e depois dividir uma de suas metades novamente: se a operação for repetida apenas 38 vezes, será possível chegar aos seus átomos. Não é fácil como poderia parecer — os átomos são mais de cem milhões de vezes menores que um metro, e não se conhecem muitas facas capazes de cortá-los ao meio.

Sem calor, os átomos fazem uma espécie de balé

No entanto, já existem instrumentos para construir um material trabalhando molécula por molécula, como se fosse um quebra-cabeça infinitamente pequeno. Com os supercondutores, é preciso pensar em algo semelhante: como é possível projetar as moléculas de um fio? Quando se descobrir a resposta a esse desafio, será possível montar supercondutores que funcionem a qualquer temperatura.

A teoria não explica porque as atuais cerâmicas podem imitar um comportamento que normalmente só ocorre a baixíssimas temperaturas. Os físicos estão procurando adaptar idéias que foram elaboradas inicialmente na década de 50 e que resultaram no transistor. Segundo eles, quando não há calor, os átomos realizam uma espécie de balé altamente coordenado, que acaba levando à supercondução. Essa teoria demorou 45 anos para ser formulada, desde a descoberta da supercondução, em 1911.

Desde então, nada de novo havia surgido até que o pioneirismo dos suíços Müller e Bednorz os levasse à sua cerâmica, abrindo uma fronteira inesperada por onde a pesquisa pura poderá agora avançar. ■

Para saber mais

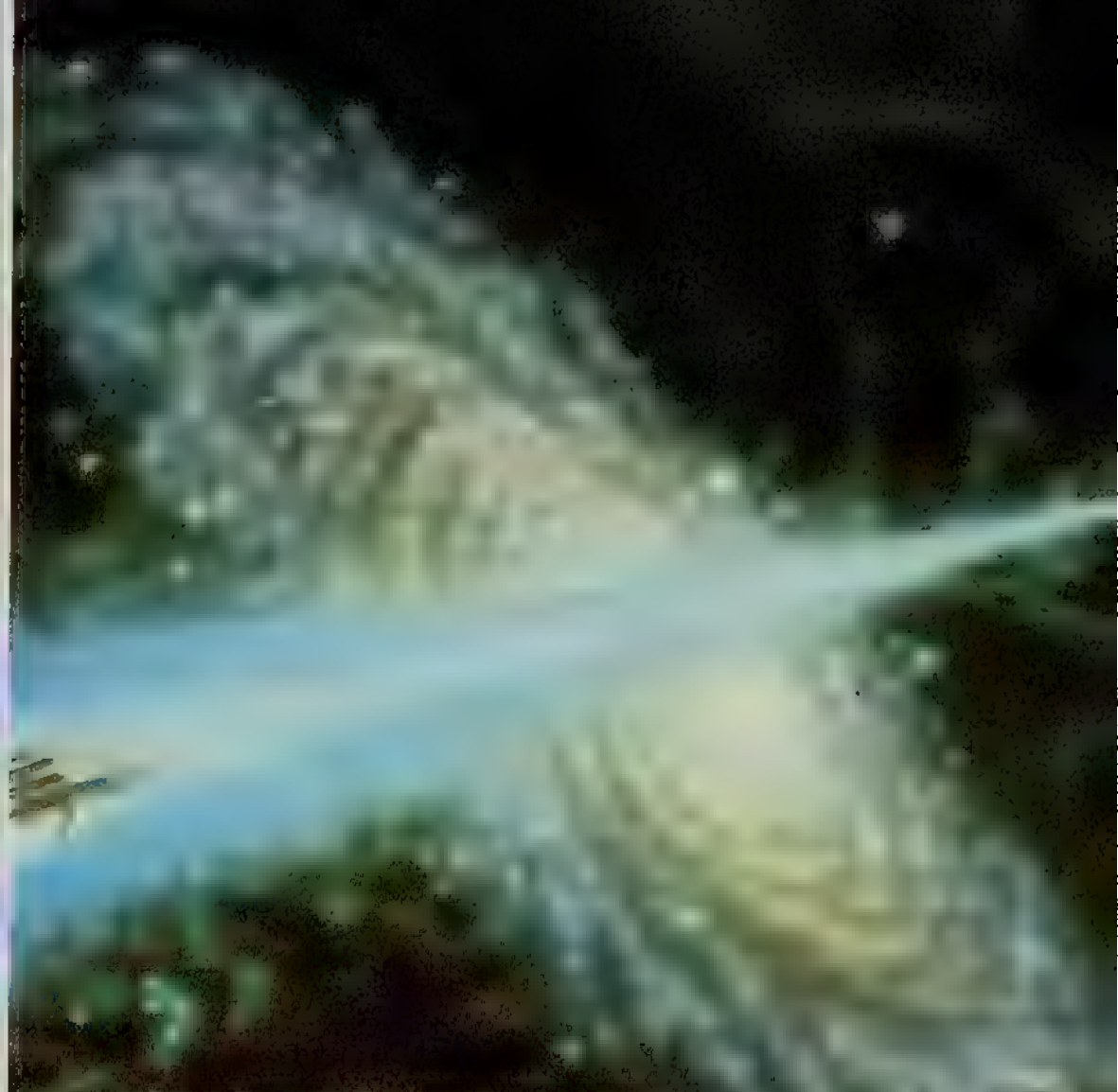
A Procura do Gato Schrödinger, John Gribbin, Editora Presença, São Paulo, 1984
Pensando a Física, Mário Schenberg, EDUSP São Paulo, 1984

ESPAÇO

VIAGEM IMAGINÁRIA À VELOCIDADE DA LUZ

A bordo de uma nave capaz de cruzar o espaço com estonteante rapidez, rumo a outras galáxias, os primeiros seres humanos a sair do sistema solar verão fantásticos fenômenos luminosos e irão adquirir uma nova noção de tempo

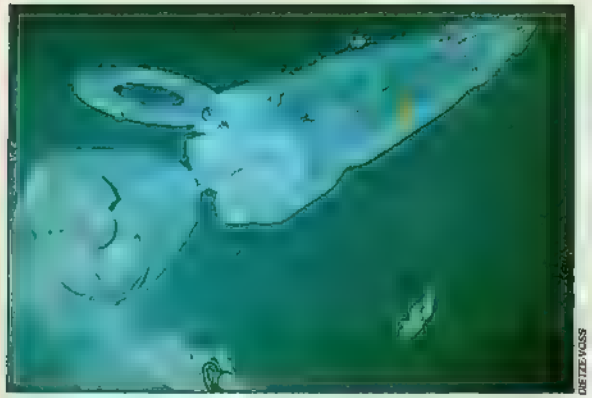
O foguete que no futuro sairá dos limites da Via Láctea poderá ser assim. Ele só não existe hoje porque ainda é preciso encontrar um combustível superpotente, que seja capaz de levá-lo a velocidades muito próximas à da luz



A maior velocidade a que o homem já conseguiu viajar até hoje é de 40 mil quilômetros por hora, alcançados pela nave espacial tripulada Apollo 11, em 1969. Que esse limite será ultrapassado, não resta dúvida. A questão, porém, é saber quão próximo o homem ficará dos 300 mil quilômetros por segundo da velocidade da luz. Viajar tão rápido é impossível, porque nessa velocidade tudo o que for matéria se transformará em energia pura. Mas, se chegar perto desse limite, o homem poderá alcançar galáxias distantes e observar fantásticos fenômenos luminosos durante a viagem. Isso só será possível quando se desenvolver um sistema de propulsão suficientemente potente para impelir uma nave a velocidades altíssimas.

Os foguetes existentes aceleram logo após o lançamento e, depois, realizam a viagem a uma velocidade constante. A aceleração inicial nunca é superior a sete vezes a aceleração causada pela gravidade que nos puxa para a Terra, ou seja, sete vezes 9,81 metros (68,67 m) por segundo. Como o organismo humano só suporta essa aceleração por pouquíssimo tempo, os cientistas acredi- [illegible] próxima [illegible] homem [illegible] fosse [illegible] ra, alcançar [illegible] apenas um ano de [illegible]

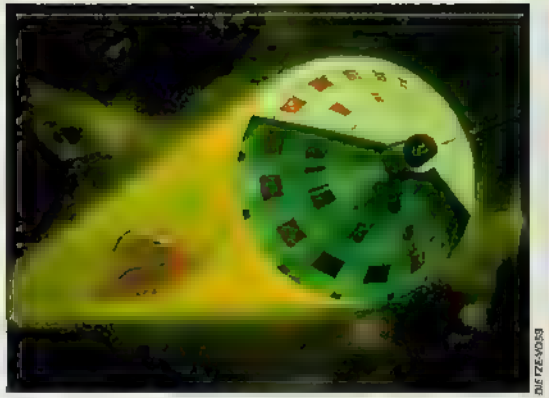
A tecnologia disp[illegible] permite a construção desse fo[illegible] aceleração constante. Falta descobrir um combustível que, além de superpotente, possa ser armazenado em espaço razoável. Isso porque, como o físico alemão Albert Einstein provou, a massa de um corpo aumenta gradativamente em



DIETZE/VOSS

FOGUETE A FÓTONS

Um foguete movido a energia de fótons seria o ideal para se aproximar da velocidade da luz. A energia resultaria da fusão de matéria e antimatéria.



DIETZE/VOSS

FOGUETE A LASER

Canhões refletiriam os raios solares na direção da nave. Assim é o projeto do foguete movido a laser, que não precisaria armazenar combustível.

altíssimas velocidades. Quando um foguete estiver a 10% da velocidade da luz, ou 30 mil quilômetros por segundo, ou ainda 0,1 *c* (em Física, *c* é igual a velocidade da luz), sua massa começará a crescer. Logo, a força necessária para acelerá-lo será cada vez maior. Resultado: para obter uma aceleração constante, se precisará sempre de mais e mais energia. A NASA, a agência espacial norte-americana, já desenvolveu um acelerador atômico, capaz de deslocar partículas de matéria a alta velocidade. Num túnel construído em torno da cidade de Chicago, nos Estados Unidos, acelerou-se um próton, minúscula partícula de um átomo de matéria. Ao completar o percurso, a partícula estava muito próxima à velocidade da luz.

Já se pensou em um foguete movido a laser: canhões emissores de energia refletiriam os raios do sol em direção à nave, de forma a impulsioná-la no espaço. Há também um projeto de foguete movido a hidrogênio, capaz de abastecer-se em vôo, captando as partículas de hidrogênio que existem em abundância no Cosmos. Assim, não precisaria partir carregado de combustível. Outra alternativa, ainda, seria o foguete de propulsão iônica, em que se obtém energia — no caso, energia nuclear — a partir da desintegração de íons (átomos com carga elétrica negativa muito alta). O sistema já tem sido utilizado para corrigir as órbitas dos satélites artificiais. O ideal, porém, seria um foguete movido ao que os cientistas chamam de *energia fotônica*, gerada pela fusão de matéria e antimatéria, ou seja, fusão de partículas atômicas com massas idênticas, mas com cargas elétricas opostas. Quando essa fusão acontece, são liberados energia e fótons — partículas atômicas com carga elétrica nula. A energia obtida será tão potente que, graças a ela, um foguete de 100 mil toneladas alcançaria a velocidade de 1 100 quilômetros por segundo em menos de dez dias e meio. Claro que isso, por enquanto, é apenas um sonho. Entre outros problemas, há o de como armazenar o combustível.

Vamos imaginar, porém, que tais problemas já foram resolvidos e que, num luminoso dia qualquer do futuro, seres humanos estarão instalados a bordo de um foguete pronto a partir com destino a Andrômeda, a galáxia mais próxima da Via Láctea, situada à assombrosa distância de dois milhões de anos-luz da Terra. (O ano-luz é uma unidade de medida de distância equivalente aos $9{,}4605 \times 10^{12}$ quilômetros percorridos pela luz, no período de um ano). As três primeiras semanas da viagem a Andrômeda não oferecem grandes novidades — pelo menos em relação ao que virá depois. Já na quarta semana, por exemplo, tem-se o primeiro espetáculo, propiciado pela velocidade com que se realiza a viagem: as estrelas mudam de cor.

As estrelas que parecem aproximar-se, à medida que a nave se desloca, assumem tons de azul e violeta. Ao se afastarem, ficam avermelhadas e esverdeadas. Quanto mais rápido o foguete, maior a variedade de cores, a ponto de o espaço se assemelhar a um imenso arco-íris. É o chamado *efeito Doppler:* quando uma fonte de luz ou de som se movimenta em relação a um observador, ou vice-versa, a freqüência das ondas luminosas ou sonoras aumenta na aproximação e diminui no afastamento. Em relação à luz, o efeito Doppler não pode ser percebido, pela simples razão de que as maiores velocidades até agora conseguidas pelo homem são de longe insuficientes para que o fenômeno ocorra.

Mas os astronautas em viagem a Andrômeda certamente verão tudo o que estiver à frente em tons violáceos — e tudo o que tiver ficado para trás em tonalidades quentes. Isso porque a frequência das ondas luminosas é maior no azul e menor no vermelho. Quando a velocidade da nave chegar a 0,23 *c*, ou 23% da velocidade da luz, Andrômeda deixará de ser apenas uma mancha leitosa — como, por sinal, pode ser vista da Terra até a olho nu, em noites límpidas - e emitirá raios amarelados. Enquanto isso, a espiral azulada da Via Láctea, cada vez mais distante, irá adquirindo tons de vermelho e púrpura.

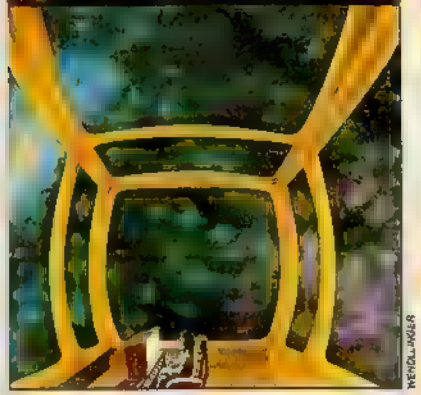
Essa diferença na freqüência das ondas luminosas aumenta tanto que, quando o velocímetro da nave marcar 0,94 *c* (282 000 quilômetros por segundo), os raios procedentes de Andrômeda estarão na gama dos ultravioletas. E a freqüência das ondas luminosas da Via Láctea cairá para o infravermelho. A 0,9999994 *c*, ou seja, quando a nave avizinhar-se da velocidade da luz, deslocando-se a precisos 299 999,82 quilômetros por segundo, a frequência do brilho de Andrômeda ultrapassará a gama dos ultravioletas, ficando equivalente aos raios X. Se nesse instante fosse possível ver o foguete da Terra, num telescópio, sua imagem seria a de uma radiografia. Ou seja, a nave espacial seria visível, já que a luz de Andrômeda que chega à Terra é branca. Mas, ao mesmo tempo, seria possível enxergar através da nave e dos próprios astronautas, como se fossem transparentes, pois a luz visível de Andrômeda passa pela nave como ondas de raios X.

Além das alteraçoes de cores, quando os astronautas estiverem viajando a uma velocidade próxima à da luz, haverá também mudanças no formato das coisas. As linhas se deformam, as galáxias parecem espirais. Pouco a pouco, o Uni-

D. HARDY

FOGUETE A HIDROGÊNIO

A nave captaria as partículas de hidrogênio do Universo, reabastecendo-se constantemente.



WENDLINGER

AS ESTRELAS MUDAM DE COR

A partir de 0,23 c (23% da velocidade da luz), as estrelas que parecem aproximar-se assumem tons azulados. E, ao se afastarem, adquirem tonalidades quentes.

WENDLINGER

AS LINHAS SE DEFORMAM

Por causa da alta velocidade, a partir de 0,8 c, o astronauta vê imagens distorcidas: as galáxias se transformam em espirais e o foguete parece percorrer um túnel colorido.

D. HARDY

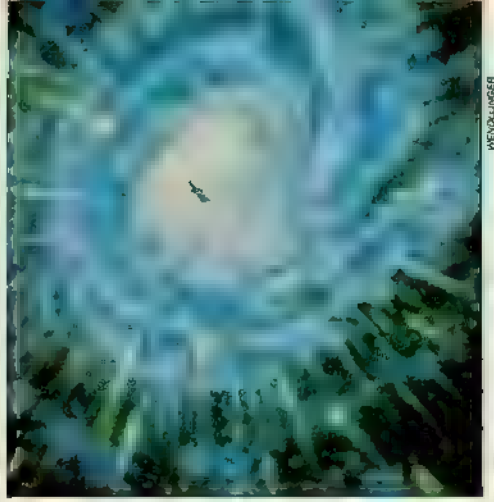
FOGUETE A ÍONS

Uma alternativa seria obter a energia a partir da desintegração de íons.

WENDLINGER

OS RAIOS X DE ANDRÔMEDA

A 299 999,82 km/s, a luz branca de Andrômeda alcança a nave na forma de raios X. Se, nesse instante, o foguete pudesse ser visto da Terra, sua imagem seria transparente como a de uma radiografia.



WEVOLUNGER

A NAVE VIRA UM BURACO NEGRO

Se o foguete atingisse os 300 000 km/s da velocidade da luz, sua massa cresceria tanto que acabaria não tendo fim. Seria uma catástrofe: a nave se transformaria num buraco negro, atraindo para si tudo o que há no Universo.

verso começa a se transformar em um túnel colorido, estreito e infinito. Isso acontece por dois motivos: primeiro, por causa das diferenças na freqüência das ondas luminosas; segundo, porque quando a velocidade é altíssima, logicamente a distância entre um observador e um objeto qualquer em sua direção diminui com uma rapidez tão incrível, que causa a impressão de haver distorções.

Talvez o mais fantástico de tudo não seja esse caleidoscópio em que parece ter-se transformado o Universo. Não são apenas as ondas luminosas que parecem diferentes para os astronautas, em relação aos observadores da Terra: o tempo também passa a ser percebido de maneira diferente. A Teoria da Relatividade, de Albert Einstein, afirma que, a partir de um movimento no Universo, pode-se medir uma parte do espaço e uma parte do tempo. O que quer dizer isso exatamente? Quer dizer que quanto mais veloz estiver a nave, não aumentará apenas a distância entre ela e a Terra, aumentará também a diferença entre o tempo medido na Terra e o tempo dentro do foguete.

À velocidade da luz, o tempo deixa de existir

Dezessete minutos marcados pelo relógio do astronauta equivalerão a uma hora na Terra, quando a nave atingir 96% da velocidade da luz. A 0,97 *c*, a hora terrestre ficará ainda menor no foguete: apenas doze minutos. Enfim, à velocidade de 0,99 *c*, uma hora terrestre inteira valerá irrisórios seis minutos a bordo. Em resumo, o tempo na nave é mais lento que na Terra. Se o foguete conseguisse voar à velocidade da luz, aconteceria algo espantoso: o tempo simplesmente deixaria de existir para quem estivesse a bordo.

Evidentemente, o astronauta não tem a sensação de que o tempo transcorre mais devagar. Para ele, o relógio parece funcionar como sempre, marcando uma hora a cada sessenta minutos.

O fenômeno pode ser explicado ao se imaginar dois observadores: um, dentro de um trem a alta velocidade e outro, parado na estação. No teto desse trem foi colocado um espelho, que reflete a luz de uma lanterna deixada no chão do vagão. Para o passageiro do trem, o feixe de luz forma uma linha perpendicular com comprimento equivalente à altura da cabine. Já para o observador da estação, o feixe luminoso forma um triângulo: até que a luz consiga alcançar o teto, o espelho está mais adiante, porque o trem se movimenta; da mesma maneira, quando a luz é refletida pelo espelho e volta em direção à lanterna, esta também já se deslocou à frente, pelo mesmo motivo. Assim, a distância percorrida pela luz parece ser muito maior para o homem da estação, que vê duas linhas inclinadas formando o triângulo. Então, embora na verdade a luz tenha a mesma velocidade para os dois observadores, como a distância entre a lanterna e o espelho é menor para quem está no trem, em relação a quem está na estação, logicamente o tempo necessário para a luz ir e voltar refletida é menor para o passageiro, em relação ao homem da plataforma. O fenômeno da luz refletida é o mesmo para os dois observadores, mas o tempo parece diferente.

Esse mesmo exemplo permite notar que, em altas velocidades, aumenta a relação entre espaço e tempo. Pois a velocidade nada mais é do que determinado espaço percorrido em determinada unidade de tempo. Se não fosse assim, o espaço seria absoluto para os astronautas e a distância entre o planeta Terra e a Galáxia de Andrômeda nada teria a ver com a velocidade do foguete. Nesse caso, mesmo viajando à velocidade da luz, um terrestre levaria dois milhões de anos para chegar à galáxia. Como, porém, a distância é relativa, se o astronauta viajasse a 99% da velocidade da luz, gastaria apenas 28 mil anos até seu destino — fantástica economia de tempo em comparação com a hipótese anterior. Mas isso não é nada: a 99,999999% da velocidade da luz, a viagem duraria 283 anos; e a 99,9999999999% levaria um piscar de olhos — brevíssimos três anos.

Duração da viagem: seis anos ou quatro milhões?

Essa contração das distâncias só pode ser observada a velocidades muito altas. Mas, graças a ela, o ser humano pode cultivar a esperança de viajar até galáxias distantes. O último desafio será sempre o da enorme quantidade de energia necessária para movimentar o foguete. À metade da velocidade da luz, a massa da nave espacial aumentará 15%. À velocidade da luz, ela seria infinita. Em conseqüência, a nave se transformaria num buraco negro, atraindo para si tudo o que há no Universo. Tudo se fundiria em um estado conhecido por *singularidade*, onde não há tempo nem espaço reais. Um final mais do que catastrófico para a viagem a Andrômeda, sem dúvida.

Mas, como o foguete imaginário seguirá *quase* à velocidade da luz, sem alcançá-la, o limite entre o tempo e o espaço ficará preservado e a nave poderá voltar à Via Láctea. Entre a partida e o regresso, pouco mais de seis anos terão transcorrido para o astronauta. Para quem ficou no planeta, porém, terá se passado a bagatela de quatro milhões de anos — bastante para que o astronauta sequer reconheça a Terra onde nasceu. ■

Joseph Scheppach

Para saber mais

ABC da Relatividade, Bertrand Russell, Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 1985.
Albert Einstein, Harvey R. Brown, Editora Brasiliense, São Paulo, 1987
Cosmos, Carl Sagan, Livraria Francisco Alves Editora, Rio de Janeiro, 1986.

DITO & FEITO

Contrapor a ciência à religião é coisa de gente pouco informada tanto em um como no outro assunto.

Paul Sabatier
1854-1941
Químico francês

Se Deus é bom, não pode ser o autor de todas as coisas que acontece ao homem.

Platão
428-348 a.C
Filósofo grego

Não temo nossa extinção. O que realmente receio é que o homem arruine o planeta antes de sua partida.

Loren Eiseley
1907-1977
Antropólogo norte-americano

AUDIOVISUAIS

Saber que não vou durar para sempre me é consolador. A morte é fator essencial de mudança e fonte de vida.

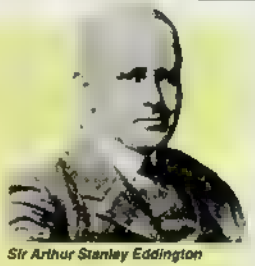
Mario Schenberg
1916-
Físico brasileiro

Sobre as coisas que não se conhece sempre se tem melhor opinião.

Gottfried Leibniz
1646-1716
Filósofo alemão

Três é demais

Num dos intervalos para o chá da reunião da Sociedade Real de Astronomia da Inglaterra, Sir Arthur Stanley Eddington foi importunado por um puxa-saco: "Professor, o senhor deve ser uma das três pessoas no mundo que entendem a Teoria da Relatividade". Físico, astrônomo e matemático, autor da primeira dissertação em inglês sobre a obra de Albert Einstein, Eddington não se



Sir Arthur Stanley Eddington

sentiu lisonjeado. Fez uma espécie de careta, que levou o chato a se exceder: "Ora, também não precisa dar-se ares de modéstia..." Ao que o cientista respondeu: "Não é modéstia. Apenas estou me perguntando quem será essa terceira pessoa..."

Qualquer pessoa pode ter conhecimentos, mas a arte de pensar é o dom mais escasso da natureza.

Frederico II, o Grande
1712-1786
Imperador da Prussia

Quando a medicina não faz mal deveríamos alegrar-nos e não exigir que, além disso, sirva para algo.

Pierre de Beaumarchais
1732-1799
Poeta francês

Em ciência, a autoridade de um milhar não é superior ao humilde raciocínio de uma só pessoa.

Galileu Galilei
1564-1642
Físico italiano

Não há livro tão ruim que não se possa aprender nele algo de bom.

Plínio, o Jovem
62-114
Escritor romano

O futuro permanece escondido até dos homens que o fazem.

Anatole France
1844-1924
Escritor francês

No campo da ciência aprendemos quão grande é a estranheza do mundo.

Robert Oppenheimer
1904-1967
Físico norte-americano

Não se pode alimentar famintos com estatísticas.

Lloyd George 1863-1945
Político inglês

Por que se mata as pessoas que mataram outras pessoas? Para demonstrar que não se deve matar?

Norman Mailer
1923-
Escritor norte-americano

A força não provém da capacidade física, mas da vontade férrea.

Mahatma Gandhi
1869-1948
Político indiano

A ciência é incapaz de resolver os mistérios finais da natureza, porque nós somos parte da natureza e, portanto, do mistério que tentamos resolver.

Max Planck
1858-1947
Físico alemão

Mary Montagu
1689-1762
Poetisa inglesa

O mito consubstancia a maior aproximação da verdade absoluta que pode ser formulada em palavras.

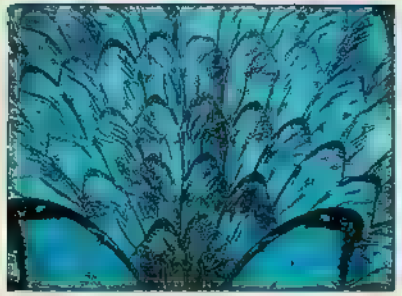
Ananda Coomaraswamy
1877-1947
Filósofo indiano

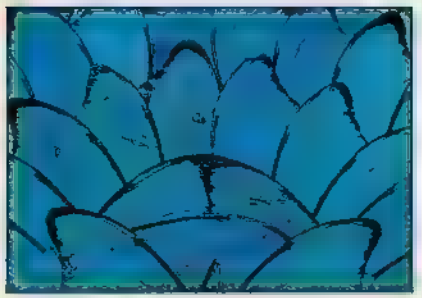
O alarme soa quando somem as BORBOLETAS

Quando elas desaparecem de um trecho qualquer da mata, é sinal de que alguma coisa muito grave está acontecendo com aquele ecossistema. Mas os homens ainda não aprenderam a ouvir esses alarmes.

Aquela imagem tradicional do caçador de borboletas, ar desligado, redinha numa das mãos, chapéu de explorador, já não tem mais sentido — se é que chegou a ter, algum dia. Pois caçadores de borboleta, hoje em dia, podem ser tudo o que se quiser, menos desligados. Agora eles formam uma legião imensa, onde se enquadram todos os tipos físicos da América Latina, e trabalham sob as vistas de uma gigantesca conexão internacional, que vai, por exemplo, das selvas do Peru, passa pelas praias do Rio de Janeiro e termina, quem sabe, nas ruelas de Hong Kong. Os pratinhos e bandejas decorados com aquele azul-metálico que nós, brasileiros, já nos habituamos a ver nas lojas e quiosques especializados em atender turistas, são um produto dessa operação. Mas são ninharias, se comparados com as monstruosas tampas de mesas e biombos executadas por encomenda em países onde essas delicadas borboletas, habitantes dos trópicos americanos, fazem o deleite dos apreciadores de móveis exóticos. E haja borboleta azul, pois numa única tampa de mesa podem ser consumidas nada menos do que duas mil asas. Já em 1975, cientistas denunciaram na Inglaterra a captura e conseqüente comercialização de seis milhões de borboletas azuis, por ano. Há muito boas razões para imaginar que, atualmente, esse número tenha triplicado. Ainda assim, pode-se fazer com segurança uma afirmação aparentemente surpreendente: as borboletas azuis não estão ameaçadas de extinção, mesmo submetidas a esse fantástico regime de caça e perseguição. Isso, apesar de não gozarem da proteção de nenhum organismo internacional, nem terem sido objeto de petições com milhares de assinaturas dirigidas à

Embora caçada por toda parte, a borboleta azul não está ameaçada de extinção enquanto contar com certas plantas para depositar os ovos





O azul metálico das asas da borboleta é que atrai os caçadores. Com ele fazem-se bandejas, bibelôs, móveis e biombos. São necessárias milhares de asas para produzir uma peça dessas. Elas alcançam preços fantásticos no exterior.

Assembléia Nacional Constituinte

São as fêmeas que garantem a sobrevivência das borboletas azuis, graças a algumas peculiaridades bem marcantes. Em primeiro lugar, elas são extraordinariamente férteis: numa única desova, uma dessas fêmeas é capaz de gerar centenas de lagartas. Em segundo lugar, elas não são azuis — ou, pelo menos, não são muito azuis —, de modo que não chegam a atrair a atenção dos caçadores. Finalmente, elas costumam voar muito alto, acima da copa das árvores, fora do alcance de qualquer caçador.

Resistem aos caçadores, mas não ao progresso

Os machos, ao contrário, são azuis, bonitos, atraentes e voam baixo — e por isso engordam sozinhos aquelas estatísticas apresentadas pelos cientistas ingleses. Mas, por mais machos que sejam capturados, sempre sobra algum para fecundar as fêmeas que voam lá no alto e garantir, assim, a sobrevivência. Pode-se afirmar, portanto, que com redinhas e chapéus de explorador não se acabará nunca com as borboletas azuis, por mais asas que sejam necessárias para fabricar móveis e bandejas.

Mas não se pode afirmar que as borboletas, azuis ou que cor tenham, sobreviverão à sanha predadora de um certo tipo de *progresso*. Antes de chegar à idade adulta, quando adquire asas e passa a gozar de ampla liberdade, a borboleta passa uma fase relativamente longa sob a forma de larva. Fica, então, condicionada a viver agarrada a uma espécie qualquer de vegetal, que lhe garanta a sobrevivência fornecendo-lhe alimento nas grandes quantidades de que ela tem necessidade. As lagartas que se mostram excessivamente seletivas na escolha de sua planta-alimento estão, teoricamente, ameaçadas, pois se o homem acabar com a planta, acabará também com a

Só o macho (no alto) interessa aos caçadores, por causa das suas asas azuis. A fêmea (abaixo) voa alto demais e não tem boas cores.

FOTOS DE ROBERTO MUYLAERT TAVOLO

PLACAR AGORA É MAIS PLACAR

MUITO MAIS FUTEBOL POR UM PREÇO BEM MENOR.

PLACAR VIROU PLACAR MAIS. UMA REVISTA MAIOR, MAIS COLORIDA E MAIS BARATA.

FORMATO MAIOR

PLACAR MAIS VALORIZA MUITO MAIS O VISUAL PARA VOCÊ CURTIR O FUTEBOL NUMA NOVA DIMENSÃO.

MAIS CORES

PLACAR MAIS TEM TAMBÉM UMA NOVA IMPRESSÃO, COM FOTOS COLORIDAS EM TODAS AS PÁGINAS.

PREÇO MENOR

NAS BANCAS

ALÉM DE TUDO ISSO, PLACAR MAIS AINDA TEM UMA OUTRA NOVIDADE: ESTÁ MUITO MAIS BARATA.

NAS BANCAS.

borboleta. E cada vez mais escasseiam, no Brasil e nos demais países da América Latina, as espécies nativas de bambus e ingazeiros, que fazem as delícias das larvas.

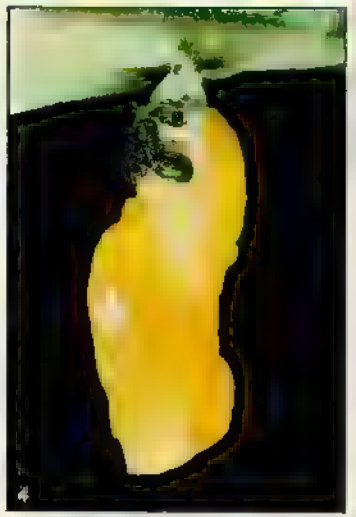
Isso tem se tornado uma coisa tão marcante, que as borboletas acabaram sendo reconhecidas como uma espécie de *barômetro* para detectar os ataques do homem ao meio ambiente. Foram cientistas americanos, europeus e japoneses que chegaram a essa surpreendente conclusão, a partir do alarme que soou na costa ocidental dos Estados Unidos, mais precisamente na baía de São Francisco, na Califórnia.

Animais fluem na mata como o sangue no corpo

Lá estava localizado o último recanto onde sobrevivia uma pequenina borboleta azulada, a *Glaucopsyche Xerces*, uma espécie que vinha se tornando cada vez mais rara. Depois que os últimos exemplares de *lotus* nativos da baía de São Francisco foram destruídos pelos serviços de aterro necessários para ampliar a faixa urbanizada da cidade, a frágil borboletinha azulada nunca mais foi encontrada. Suas lagartas alimentavam-se exclusivamente com as folhas do *lótus*.

O desaparecimento da *Xerces* despertou a atenção dos cientistas para um fato de conseqüências mais graves: se uma determinada espécie de borboleta escasseia, ou mesmo desaparece, numa determinada região que antes habitava, algo muito grave pode estar ocorrendo por ali com o equilíbrio ecológico. É simples: um ecossistema em perfeito equilíbrio pode ser comparado a um organismo complexo, cujas funções se desenvolvem normalmente. Ambos são compostos por diferentes elementos, fixos e móveis. Por exemplo, num ecossistema os vegetais são elementos fixos, os animais elementos móveis.

Tal como os componentes do sangue, que fluem através dos órgãos fixos do nosso organismo, certos animais *fluem* através de uma floresta. Ora, aquilo que num exame de sangue denuncia o mau funcionamento de um setor do organismo pode ser, talvez, a diminuição repentina dos glóbulos vermelhos circulantes. Da mesma forma, a diminuição da circulação de uma borboleta numa clareira da floresta pode ser a primeira notícia de que, em algum setor daquele ecossistema, as coisas não andam bem. E, tal como no organismo humano, bastará essa pequena falha para logo fazer desandar tudo. Assim, torna-se urgente descobrir o que está errado, e começar a corrigir. Pois, na natureza, correções desse tipo exigem um tempo enorme. Quanto antes começarem a ser feitas, tanto melhor. E sobretudo, quanto antes forem tomadas providências para evitar que o desequilíbrio continue a se acentuar, tanto melhor ainda.



A *Ascanius* desaparece por falta de alimento

Voltemos agora à *Xerces*, que desapareceu da baía de São Francisco. Indignados com o que havia acontecido ali, cientistas americanos fundaram uma associação, batizada com o nome da borboletinha — a *Xerces Society* —, e dedicaram-na ao estudo dos problemas do meio ambiente, da extinção das espécies e, nesse capítulo, em particular, das borboletas, por eles desde então consideradas e proclamadas como valiosos sistemas de alarme contra agressões à Natureza.

Aqui no Brasil, já falta pouco para que tenhamos a nossa primeira borboleta extinta pela ação irrefreada dos predadores humanos do meio ambiente. Ela se chama *Parides ascanius*, e sempre habitou uma faixa estreita e curta do litoral do Rio de Janeiro, justamente a área do litoral brasileiro que mais vem sofrendo os efeitos da voracidade imobiliária que abocanha praia após praia. Ela é uma borboleta de asas negras, listradas de branco e grená, habitante dos mangues e das

Do acasalamento surgem centenas de ovos (foto 2) que logo evoluem para a forma de larvas (foto 3), vorazes consumidoras de folhas. Mais tarde elas se transformarão em crisálidas (fotos 4 e 5), que, ao longo do tempo, sofrerão transformações, mudando de cor. Nas fotos 6 e 7 a borboleta (nesta seqüência uma Methorathemisto*) já está se libertando da crisálida, para logo aparecer em todo seu colorido, pronta para voar.*

matas litorâneas. Suas larvas alimentam-se com as folhas de uma trepadeira silvestre, a *Aristolochia macroura* uma planta rara e venenosa.

O caso dessa borboleta e de sua planta-alimento é um bom exemplo de como se faz, ao longo de um tempo que se mede por milênios, a evolução de um relacionamento biológico do tipo inseto-planta. A *Aristolochia* faz parte de um grupo de plantas que se caracterizam por estar sempre em guerra, defendendo-se quimicamente dos ataques dos animais herbívoros. Mas são exatamente as substâncias venenosas que elas usam para se proteger desses animais que funcionam como chamariz para outra espé-

cie particular de herbívoro. No caso, a *Parides ascanius*

Durante um longo processo evolutivo, certos animais foram *selecionados* pelos mecanismos bioquímicos, operados pela própria fisiologia dos vegetais, e tornaram-se dependentes de uma única planta venenosa. Assim, o que para os outros bichos se tornou um fator de repulsão, em relação àquela planta, para o eleito se tornou um fator de sobrevivência. Instalados através de raízes, caules e folhas, esses mecanismos caprichosos, gerados por uma alquimia vegetal quase mágica, definem com extrema precisão essas dependências alimentares dos insetos. Na raiz dessas intrigantes manifestações bioquímicas estão entidades microscópicas, enoveladas sobre suas malhas de ligações atômicas: os alcalóides. São compostos orgânicos capazes de operar profundas alterações fisiológicas no organismo dos animais.

Aristolochia é mortal. Mas pode curar também

São essas substâncias que determinam quem come o quê nas dietas vegetarianas dos animais herbívoros e, automaticamente, protegem as plantas contra uma legião de possíveis atacantes famintos. Os alcalóides são ambíguos, podem servir como remédio, curar doenças, tanto quanto podem matar. Os que se enquadram nesse segundo caso são considerados venenos naturais, e as plantas que os elaboram, conseqüentemente, são classificadas como venenosas.

A *Aristolochia* é uma dessas plantas. Ela produz um alcalóide particular, a *aristoloquina*. Foram necessários alguns milhões de anos de evolução conjunta entre aristolóquias pré-históricas e certas lagartas *troglodytas* para que, lentamente, se desenvolvesse a tolerância à aristoloquina demonstrada pelas lagartas da borboleta *Parides*. Atualmente, quase todas as lagartas dessa espécie alimentam-se exclusivamente das folhas indigestas da *Aristolochia*, mortal para todos os outros herbívoros da floresta

Já o homem, com sua capacidade de investigar, descobrir e operar mudanças e transformações, vem usando a aristoloquina há muitos e muitos anos como remédio. Na Grécia antiga, os extratos de suas raízes eram utilizados pelas mulheres para garantir partos perfeitos. Aliás, foram os gregos quem deram nome à planta - *aristos*, o melhor; *lokheia*, parto. Não há nenhuma dúvida quanto à ação benéfica exercida pela aristoloquina sobre o aparelho genital feminino: ela favorece a menstruação, ativa as contrações uterinas e acentua nitidamente as descargas vaginais do pós-parto.

Usada com moderação, a aristoloquina é fantástica. Calmante, diurética, antisséptica e febrífuga, pode funcionar, de quebra, como um excelente tônico digestivo. Isso é apenas o que sabemos dela com certeza. Mas, além disso tudo, ela já foi apontada como um eficiente cicatrizante de feridas e úlceras rebeldes, um bom remédio para combater orquites (inflamações dos testículos) e certos tipos de paralisia, e auxiliar eficiente no combate ao béri-béri. Usada sem moderação, a aristoloquina se revela o veneno que é: produz náuseas, diarréias, taquicardia e, em casos extremos, chega a provocar um quadro clínico complicado, chamado *embriaquez aristolóquica*, caracterizado por sérias perturbações mentais.

Isso é muita coisa, sem dúvida nenhuma, mas é bem possível que a *Aristolochia* ainda seja capaz de muito mais. Acontece que as espécies nativas brasileiras foram pouco estudadas pela bioquímica, até agora. Infelizmente, essas curiosas trepadeiras silvestres já se tornaram muito raras nas matas da região do Rio de Janeiro, devido às agressões sofridas por seus ambientes naturais. Assim, é muito provável que nem cheguemos a conhecer tudo o que elas poderiam nos oferecer, se as tratássemos com mais carinho e atenção.

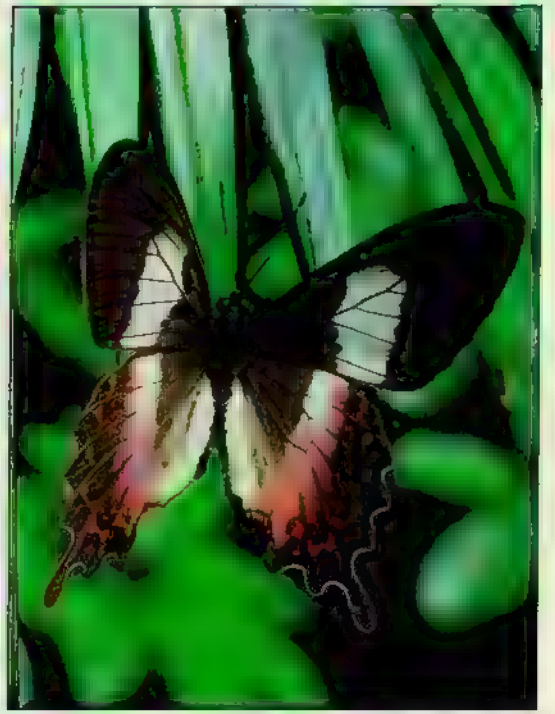
É junto com a *Aristolochia* extingue-se, pouco a pouco, a nossa bela e frágil borboleta *Ascanius*, que só *sabe* alimentar-se com as suas folhas que todos os outros bichos consideram veneno mortal. Na verdade, para essa borboleta original, a *Aristolochia* representa muito mais do que um simples alimento: é uma verdadeira garantia de sobrevivência mesmo na fase adulta. Pois a toxicidade e o cheiro do alcalóide da planta passam a fazer parte do corpo da lagarta, que come as folhas, e continuam integrados na borboleta, mesmo na fase adulta. Isso confere à *Ascanius* uma segura defesa contra seus predadores, pássaros em particular.

Ironicamente, as poucas e raras lagartas da *Ascanius* ainda existentes no Brasil, talvez as últimas, são cultivadas e preservadas, em cativeiro, por um caçador de borboletas que há mais de quarenta anos se dedica a capturar e exportar esses belos animaizinhos para vários países. Trata-se do catarinense Herbert Miers. Atarantado com as exigências burocráticas do governo para que possa exportar suas *azuis* — registro, alvará e manter uma criação de larvas —, ele reclama: "Isso só faz sujeira, não é eficiente". Eficiente seria prestar atenção aos alarmes naturais — como as borboletas que desaparecem das matas — e corrigir as distorções que os fazem soar. ■

Roberto Muylaert Tinoco

A Aristolochia *tem veneno e muitos nomes: mil-homens, flor-de-sapo, papo-de-peru, jarrinha, cassaú.*

Parides ascanius: *uma borboleta à beira da extinção porque suas larvas já quase não têm o que comer.*



Borboletas — Livro do Naturalista
Luiz Soledade Otero, Editora MEC – FAE, Rio de Janeiro, 1986.
Coleção Zoológica Brasílica n.º 10
Furlco, Santos, Editora Itatiaia, Belo Horizonte,

A cor é uma arma e uma armadilha

São as escamas que concentram a cor nas asas das borboletas azuis, graças à decomposição da luz solar sobre as arestas das finíssimas ranhuras que elas apresentam. Quanto mais escamas, melhor.

O brilho metálico que faz cintilar as asas de uma borboleta azul não é um enfeite. Ele confere ao inseto um precioso recurso para esquivar-se dos ataques de pássaros predadores. Quando mergulha em direção a uma borboleta, o pássaro tenta enfiar a cabeça entre suas asas para apanhar, com o bico, o corpo pequeno de sua presa. Que é o que lhe interessa.

Se errar o golpe, a borboleta terá alguns segundos para executar uma série de acrobacias e se embrenhar no mato, para fugir à perseguição. É nessas ocasiões que o rápido abrir e fechar das asas de colorido metálico produz uma sucessão de lampejos desencontrados. O ziguezague da evasão impressiona a retina da ave com um salpicado de *flashes*, fazendo-a perder os verdadeiros posicionamentos da borboleta

Mas é esse mesmo brilho metálico que livra a borboleta azul dos pássaros que a tornou cobiçada por outro perseguidor: o homem. São caçadores profissionais que fornecem a matéria-prima para o comércio internacional, e seu trabalho já se tornou um excelente negócio. Afinal, o resplandecente azul-metálico desses insetos é algo muito raro na natureza, e mesmo entre as borboletas dos trópicos poucas são as espécies que o possuem.

O colorido das borboletas, em geral, é produzido por uma numerosa concentração de minúsculas plaquinhas alinhadas sobre as asas, que são as escamas. Trata-se daquele conhecido pozinho (erradamente considerado perigoso) que as borboletas largam em nossos dedos quando as agarramos pelas asas. Nas escamas brilhantes das borboletas azuis a cor é considerada estrutural, pois é criada pela incidência da luz sobre a estrutura das escamas

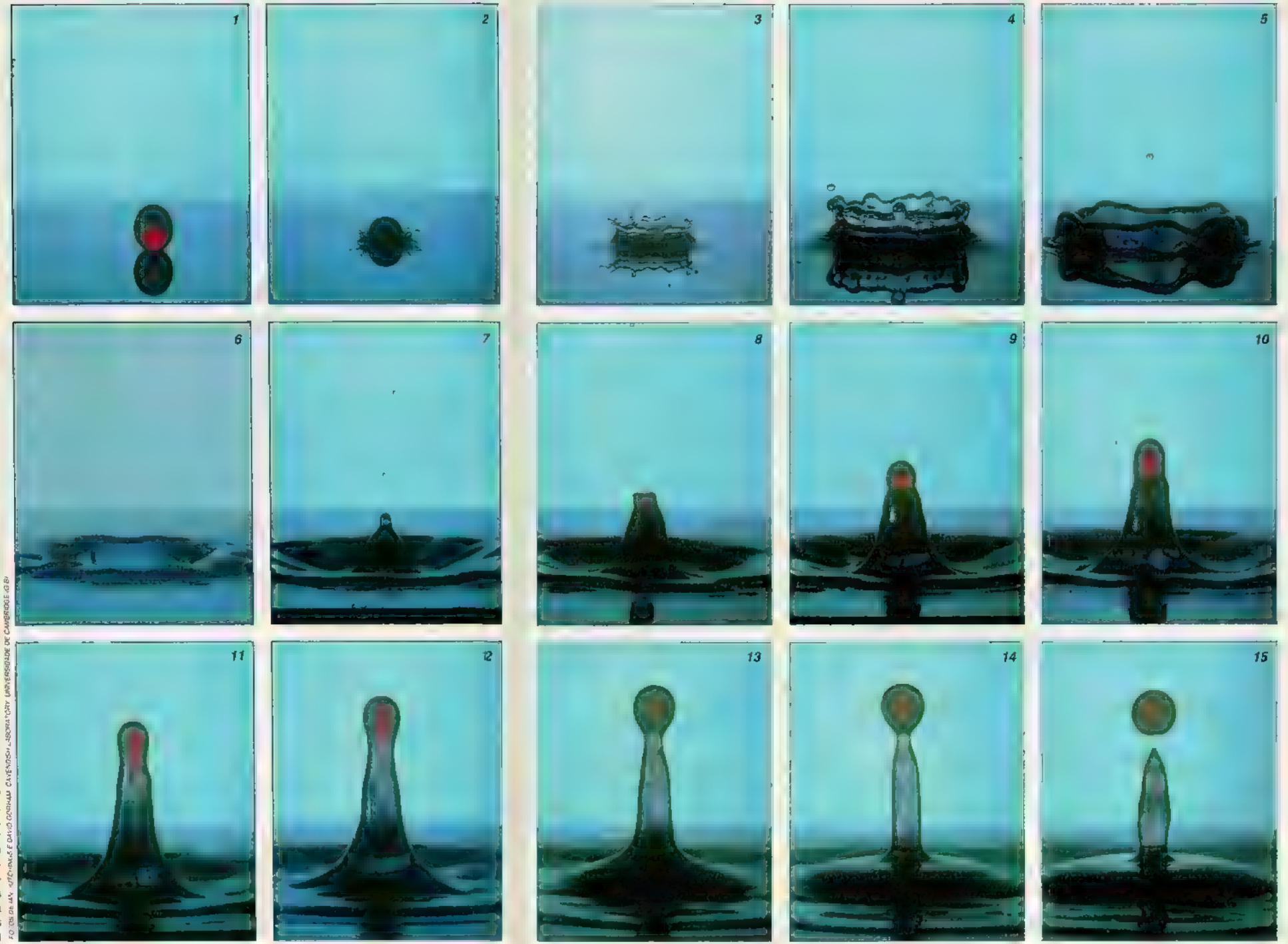
Essa cor azul é produzida pelo fenômeno ótico de decomposição da luz solar sobre as arestas de finíssimas ranhuras paralelas, encontradas na superfície de cada escama. O fenômeno pode ocorrer em muitas espécies de borboletas e sua maior ou menor intensidade depende do número de escamas geradores de cores estruturais que elas apresentarem sobre as asas. Entretanto, na maioria das espécies, o colorido é produzido pela composição química de um pigmento difundido sobre cada escama

Quando uma gota cai na água

Graças à câmera fotográfica ultra-rápida, você pode acompanhar o que acontece quando uma gota de água (colorida de vermelho) cai numa superfície de água em repouso (colorida de azul). A ação contida nessas quinze fotos durou 1/8 de segundo e começou quando a gota estava exatamente sobre a superfície da água em repouso. Na segunda foto, ela já mergulhou pela metade, mas ainda conserva sua forma

Nas fotos seguintes, é possível observar como a gota desloca um volume de água igual ao seu (conforme o Princípio de Arquimedes). A água azul deslocada forma uma espécie de coroa, que se alarga como se fosse uma cratera. Em seguida se destaca, na superfície da água azul, um cone que cresce, se afina e forma em sua ponta uma bola, que acaba por separar-se dele. é a primitiva bola vermelha que volta a subir. A água vermelha foi absorvida e logo repelida pela água azul, de forma muito rápida, por isso elas não se misturaram

Deve-se isso à *tensão superficial*, que leva cada líquido a procurar manter sua forma original. Na primeira vez, a gota golpeou a água inerte com uma determinada força e conseguiu abrir um buraco sem deformar-se. Mas, quando cair pela segunda vez, encontrará a água azul em movimento, pronta a reagir na forma de um trampolim elástico, um fenômeno chamado *fluxo laminar reversível*. A gota ainda conservará sua forma, mas a cada vez cairá de mais baixo e com menos força — até que sua energia se iguale à da água azul. Então, as moléculas das duas se misturarão ■



FOTOS DE H.M. WORTHINGTON E DAVID GORHAM CAVENDISH LABORATORY UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE (GB)

DOIS MAIS DOIS

O cientista é um privilegiado leitor da natureza

Veja como a seqüência de números, descoberta na Idade Média, está também nas plantas, nos animais, na arte grega, nos versos latinos

Por Luiz Barco

Podem até parecer partes de um novo quebra-cabeças essas perguntas:

— O que há de comum entre o número de escamas de certas espécies de peixes e o número de segmentos da superfície de uma pinha?

— Qual a relação entre a disposição dos ramos e das folhas de algumas árvores e a métrica definida em alguns poemas de Virgílio e de outros poetas romanos?

O traço comum que responde a essas e a uma centena de outras perguntas, sugeridas na revista *Fibonacci Quarterly*, editada pela Associação Fibonacci da Califórnia, parece estar escrito na natureza e nas artes e foi formalmente lido por um exuberante matemático, Leonardo de Pisa, ou Leonardo Pisano, ou ainda Leonardo Fibonacci, por volta do final do século XII e início do século XIII de nossa era. Tempos difíceis, aqueles. Estava-se em plena Idade Média, quando descobertas e conhecimento circulavam muito lentamente, pois as cidades se isolavam umas das outras e os livros eram raros e caros — afinal, sequer fora inventada a imprensa.

No Ocidente os algarismos arábicos ainda eram pouco conhecidos, de modo que os números eram anotados de várias formas, todas complicadas, como por exemplo os nossos conhecidos algarismos romanos, formados por letras. Pouco se sabe da vida de Leonardo, a não ser que era filho de um mercador de Pisa. Certamente por força do trabalho, que o colocava em contato com os árabes que mantinham ativo comércio com a Europa através das cidades italianas, o pai aconselhou o filho a estudar as técnicas de cálculo orientais, imaginando que elas lhe seriam úteis no futuro, quando assumisse o comando dos negócios da família.

O conselho foi seguido quando Leonardo ainda era menino e o pai foi viver uns tempos no norte da África, como uma espécie de representante diplomático da comunidade mercantil de Pisa. Ele estudou cálculo com um mestre árabe e, embora jamais tivesse se tornado um comerciante, soube aproveitar sua utilidade. Como matemático, ele foi um pioneiro na divulgação daquelas técnicas no Ocidente, sobretudo dos algarismos arábicos que tanto simplificaram a Aritmética, embora ele pessoalmente não os chegasse a utilizar largamente em seu trabalho.

Seu livro, completado em 1202, recebeu um título que não lhe faz justiça: *Liber Abaci ou Livro do Ábaco*. Ábaco, na sua forma mais simples, é uma moldura retangular, com arames onde correm pequenas bolas que servem para cálculos elementares de Aritmética. Ainda hoje é muito usado nos países orientais. Muito do que o livro contém não chega a interessar nos nossos dias. Mas alguns dos problemas ali expostos foram a alavanca de numerosas considerações matemáticas que se sucederam nos séculos seguintes.

O que mais inspirou as gerações posteriores de matemáticos foi esse intrigante problema:

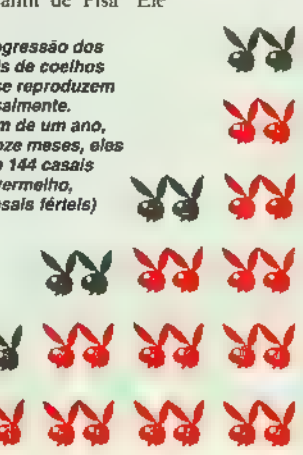
Quantos pares (um macho e uma fêmea) de coelhos serão produzidos em um ano, começando com um único par, se em cada mês cada par gera um novo par que se torna fértil a partir do segundo mês?

Este célebre problema dá origem à seqüência que leva o nome de Fibonacci:

Quantidade de pares do 1.º mês 1
Quantidade de pares do 2.º mês 1
Quantidade de pares do 3.º mês 2
Quantidade de pares do 4.º mês 2+1
Quantidade de pares do 5.º mês 3+2

Ou simplesmente 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144,

Observe que cada termo, após os dois primeiros, é a soma dos dois imediatamente precedentes. Com um pouco de esforço qualquer pessoa medianamente treinada poderá criar outras seqüências desse tipo. Mas o que certamente nenhum leigo conseguirá — e é isso que torna a seqüência de Fibonacci deveras interessante — é a freqüência e a variedade de suas aparições na natureza e nas artes.

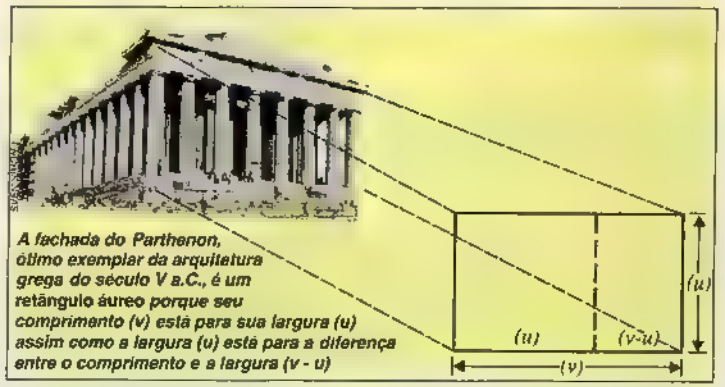


A progressão dos casais de coelhos que se reproduzem mensalmente. Ao fim de um ano, ou doze meses, eles serão 144 casais (em vermelho, os casais férteis)

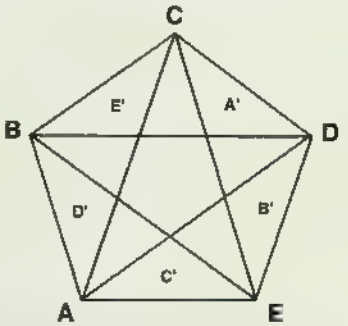
Veja esses exemplos: o número de pequenas flores que formam o miolo do girassol é um dos números da seqüência de Fibonacci; o número de escamas de certos peixes e o número de segmentos da superfície de uma pinha são números da seqüência de Fibonacci; pode-se verificar que Virgílio e outros poetas romanos escreveram poemas nos quais a métrica está definida conforme as regras da seqüência de Fibonacci. Num artigo sobre simetria, Hermann Weyl, notável matemático e físico alemão radicado nos Estados Unidos, que foi companheiro de Albert Einstein, mostra uma ilustração da concha do Náutilo, um caracol. Ali se observa uma espiral logarítmica, que também é encontrada nas flores do girassol gigante. Neste, na verdade, são duas séries de espirais logarítmicas, entrelaçadas em sentidos opostos. Outras investigações no campo da Botânica têm mostrado que as frações que representam a disposição espiral das folhas nos ramos são, com freqüência, membros da seqüência de Fibonacci:

$$\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{13}{8}, \frac{21}{13}, \frac{34}{21}, \ldots$$

No esplendor da Grécia antiga, no século V a.C., uma escola matemática chamada Pitagórica, um nome que vem de sua maior figura, Pitágoras de Samos (580-500 a.C. aproximadamente), criou um símbolo muito especial: o pentagrama ou pentágono estrelado, que se obtém traçando-se as cinco diagonais do pentágono regular (A B C D E).

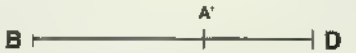


A fachada do Parthenon, ótimo exemplar da arquitetura grega do século V a.C., é um retângulo áureo porque seu comprimento (v) está para sua largura (u) assim como a largura (u) está para a diferença entre o comprimento e a largura (v - u)



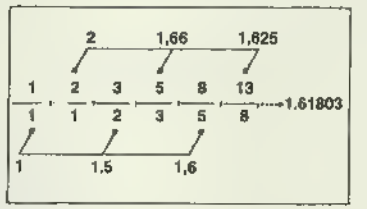
O pentágono estrelado e suas diagonais áureas

É interessante observar que essas diagonais cortam-se formando novo pentágono (A' B' C' D' E'), operação que pode ser repetida à vontade. Essas diagonais e seus pontos de encontro guardam uma relação curiosa.



A razão, ou divisão, entre sua medida (BD) e a medida de seu maior pedaço (BA') é igual à razão, ou divisão, entre seu maior pedaço (BA') e seu menor pedaço (A'D). Essa razão foi denominada, quase dois mil anos depois, *seção áurea* de um segmento. Ela foi usada largamente pelos gregos como um padrão estético, sobretudo na escultura e na arquitetura.

Dessa *seção áurea*, ou *proporção áurea*, obtém-se uma equação de segundo grau cuja raiz positiva resulta, aproximadamente em 1,61803. É exatamente para esse valor que converge a seqüência de frações construída pelos botânicos. Efetuando-se as divisões, quanto mais avançarmos nessa seqüência mais próximos chegaremos de 1,61803.



Vemos, assim, que o critério estético que herdamos da Grécia antiga pode matematicamente ser descrito como uma propriedade da seqüência de Fibonacci; a mesma propriedade usada pela natureza para construir flores e caracóis. Parece ter razão quem defende a idéia, discutível, de que o cientista não cria, mas tem sido um privilegiado leitor, capaz de entender uma linguagem nem sempre imediatamente perceptível, sob a qual a natureza foi construída, ou criada, ou simplesmente escrita. ■

Luiz Barco é professor da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo.

MEDICINA

Levou milênios para ser o que é, funciona
com a força de uma bomba e o ritmo de uma metralhadora,
dá a impressão de fabricar todas as emoções,
pode trabalhar sem descanso durante mais de um século,
mas tem poderosos inimigos externos

Salve o coração

Desde que o mundo é mundo, o coração é considerado a sede dos sentimentos — e assim conquistou um lugar de honra na linguagem e na literatura produzida há milhares de anos. Só no Antigo Testamento, por exemplo, o coração é mencionado nada menos que oitocentas e cinqüenta vezes. Nas últimas décadas, porém, o mito começou a perder a aura. Os sucessivos avanços da ciência passaram a desvendar, um a um, os segredos desse órgão tido como o mais nobre, senão o mais importante, do corpo humano. O primeiro transplante cardíaco, realizado em 1967, causou tanta sensação quanto a chegada do homem à Lua, dois anos depois. Hoje, sequer se fala nisso, tão rotineiras e variadas se tornaram as possibilidades de tratamento em cardiologia.

O que sempre foi reverenciado como matriz das emoções é descrito com frieza clínica apenas como um músculo oco, do tamanho aproximado de um punho, que pesa entre 280 e 340 gramas nos homens e de 230 e 280 gramas nas mulheres. Sabe-se também que o coração é uma máquina tremendamente eficiente, dividida em duas partes que trabalham em sincronia, contraindo-se e relaxando-se a cada batida, para bombear cerca de cinco litros de sangue oxigenado, cheio de vida, ao organismo. Essa operação se repete umas 80 vezes por minuto. Assim, o coração pulsa 4 800 vezes por hora, 113 mil vezes por dia e 41 milhões de vezes por ano. Mas nem sempre ele foi como é.

A rigor, pode-se dizer que o coração apareceu e evoluiu em conseqüência da sofisticação da vida no planeta. À medida que os seres vivos foram desenvolvendo mais órgãos e funções, maior se tornou a necessidade de um sistema que levasse substâncias nutritivas para todo o seu corpo. Nos seres mais primitivos — unicelulares, como as amebas, por exemplo, e alguns pluricelulares, como os corais — não há indício desse sistema circulatório. Os alimentos são absorvidos diretamente do meio ambiente e dissolvidos no corpo. No caso dos pluricelulares, a absorção é feita por uma cavidade digestiva, que passa o alimento às células próximas. Depois, uma série de contrações faz com que as células troquem seus líquidos internos entre si, transportando, dessa maneira, o alimento.

Já as esponjas — embora sejam contemporâneas desses seres primitivos, surgidos há mais de dois bilhões de anos — transportam as substâncias pelo corpo de forma diferente. Por motivos ainda desconhecidos, em vez de passar os alimentos de célula a célula, as esponjas têm canais, por onde a água circula, entrando pelos poros. A água vai até uma cavidade central e volta distribuindo as substâncias. Inúmeros flagelos existentes dentro dos canais, se movimentam, ajudando o líquido avançar. Os canais das esponjas até podem ser os antecessores das artérias mas não se pode dizer que, por causa disso, esses seres têm um sistema circulatório.

O sangue como solvente do organismo, as artérias flexíveis e uma espécie de bomba hidráulica, capaz de manter a circulação constante — enfim, os elementos básicos do sistema circulatório — aparecem somente cerca de 1 bilhão e 500 milhões de anos mais tarde. Há 570 milhões de anos, um coração rudimentar surge nos anelídeos, como são chamados os animais da família das minhocas. De fato, o que se considera coração no anelídeo são cinco artérias em forma de anéis que se encontram em torno do aparelho digestivo.

Na verdade, existem corações e corações. Algumas espécies, que surgiram há 500 milhões de anos, como os crustáceos e os moluscos, desenvolveram sistemas circulatórios abertos, ou seja, corações em forma de tubos, que ondulam de trás para frente, bombeando o sangue para as artérias, que, por sua vez, desembocam em lacunas dentro do organismo. Aí o sangue entra em contato direto com as células, voltando ao coração pelo mesmo caminho. Os insetos, que apareceram mais tarde, há 250 milhões de anos, também têm sistemas circulatórios abertos.

Já no sistema de circulação fechado, presente nos vertebrados — e sabe-se lá por que razão nas minhocas, com seus anéis-corações — não há lacunas. O sangue viaja por uma complexa rede de canais cada vez mais estreitos e com paredes cada vez mais finas. Sai pelas artérias (como são chamados os canais que partem do coração), que se ramificam em arteríolas. Finalmente, o sangue percorre os milimétricos capilares. As substâncias, como os alimentos, passam para as células e as células, por sua vez, devolvem outras substâncias ao sangue, através das paredes desses capilares. Finalmente, o sangue faz o caminho de volta pelas veias (como são chamados os canais que chegam ao coração).

A essa altura da evolução das espécies, quando aparecem os peixes, há cerca de 400 milhões de anos, o coração já tem uma certa semelhança com o dos seres humanos, por estar dividido em câmaras. O coração do tubarão, um dos mais antigos animais vertebrados, possui, por exemplo, uma câmara superior chamada aurícula e outra inferior, conhecida por ventrículo. A aurícula recebe o sangue do

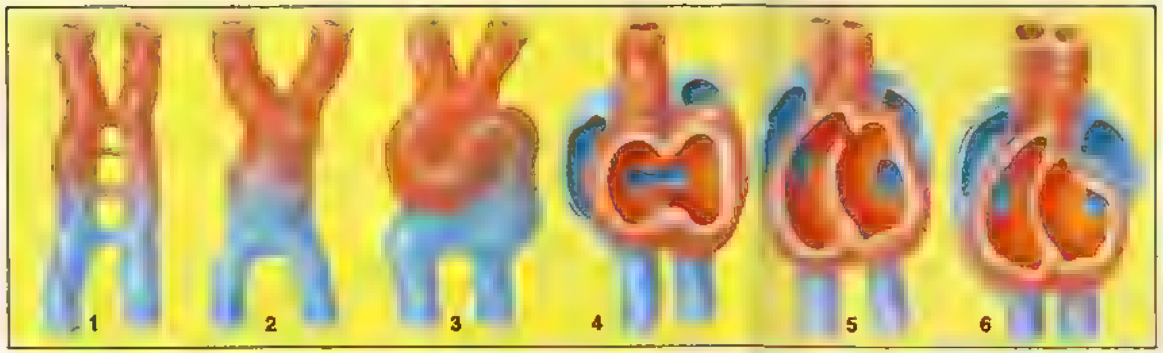
Hoje, a ciência conhece minúcias do coração humano (à esq.), a ponto de criar tratamentos e cirurgias capazes de corrigir quase todos os seus males. Quando a doença é incurável, o músculo pode ser substituído por um coração artificial metálico (ao lado).

corpo e, ao se contrair, o expulsa para o ventrículo. Este, por sua vez, com suas paredes musculosas, bombeia com toda força o sangue para o corpo, as válvulas impedem que ele volte. Do grande vaso central, que sai do coração do tubarão, o sangue passa para uma das oito artérias branquiais, que se transformam em capilares, já no interior das brânquias, onde o exigênio é captado. Enquanto a vida que se prezava transcorria debaixo d'água, esse coração dividido em duas câmaras dava conta do recado. Mas, ao surgirem animais com respiração pulmonar, há 340 milhões de anos, o coração precisou mudar de novo: adquiriu uma terceira câmara.

No crocodilo, o primeiro coração em quatro partes

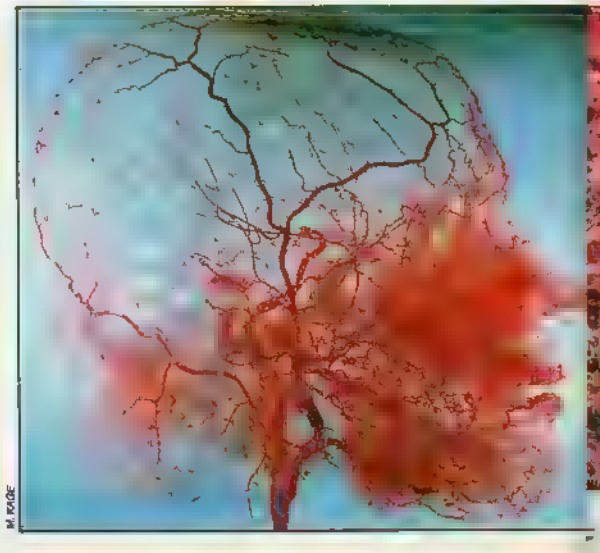
Os anfíbios possuem duas aurículas e um ventrículo. A aurícula esquerda acolhe o sangue oxigenado vindo dos pulmões; a direita recebe o sangue que acabou de circular pelo organismo. No ventrículo, o sangue arterial e o venoso se misturam, antes de partir rumo aos pulmões e demais órgãos.

O coração com três partes dos anfíbios foi uma boa solução encontrada pela natureza — mas não a melhor. A *bomba propulsora* mais eficiente seria conseguida pelos crocodilos, um dos últimos répteis surgidos na Terra, há 130 milhões de anos. Seu coração tem quatro divisões. É praticamente o mesmo coração das aves e dos mamíferos, que vieram muito mais tarde — há 26 milhões e 2,5 milhões de anos, respectivamente. Ele opera, ao mesmo tempo, dois tipos de circulação — ou seja, uma ida-e-volta aos pulmões e uma ida-e-volta ao restante do corpo. O músculo já tem, então, o seu característico perfil triangular. No homem, situa-se quase no centro do corpo. Sua aurícula direita — ou átrio direito, como também é chamada — fica na parte superior e recebe o sangue do organismo ao relaxar-se. Esse é um sangue escuro, porque distribuiu todo o oxigênio pelos órgãos, recebendo, em troca, o gás carbônico produzido nas células após a queima do oxigênio. Numa contração, a aurícula empurra o sangue para o ventrículo direito, logo abaixo; imediatamente, fecha-se a válvula que separa essas duas câmaras, impedindo que o líquido volte. A válvula chama-se tricúspide, porque dá a impressão de estar dividida em três.



WENDLINGER

O coração humano surge assim: duas semanas após a concepção, o feto adquire dois tubos (1), que formam uma câmara (2); esta se contorce (3) e, na quinta semana, já se divide em quatro (4). No feto, há comunicação entre os ventrículos (5), até o momento do parto (6).


M. KAGE

O sangue corre por uma vasta rede de artérias. Acima, somente os vasos da cabeça.

Do ventrículo direito, numa segunda contração, o sangue sai por uma artéria grossa e forte, que se bifurca em dois ramos, um para cada pulmão. Lá, o sangue troca o gás carbônico por uma nova dose de oxigênio e, por isso, assume uma tonalidade vermelho vivo. O caminho de volta ao coração é feito por quatro veias pulmonares, duas de cada lado. O sangue, então, chega ao átrio, ou aurícula esquerda. Daí, numa contração, desce para o ventrículo esquerdo e, mais uma vez, uma válvula se fecha, para que o sangue não volte. Esta é a válvula mitral, porque sua ponta bipartida lembra uma mitra, o chapéu usado pelos bispos. O ventrículo esquerdo — onde se dá a etapa final da circulação pelo coração — é bem mais forte que o ventrículo direito. Faz sentido. Afinal, enquanto o lado direito do músculo manda o sangue apenas para os pulmões, o esquerdo deve ejetar o líquido, num movimento vigoroso, para todo o corpo, como se estivesse lhe dando um verdadeiro empurrão inicial.

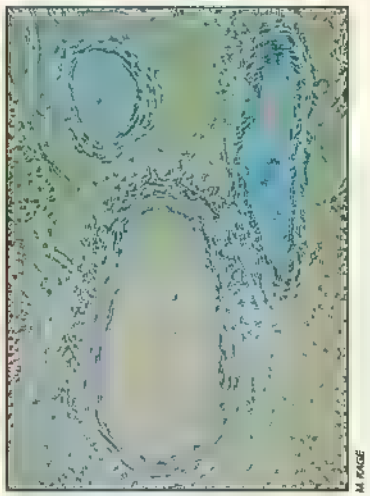
O sangue parte do coração pela aorta, a mais espessa e larga artéria de todo o organismo, e percorre uma enorme rede de tubos. As veias e artérias, que são elásticas, ajudam o sangue a correr, com pequenos movimentos. Por isso é que o sangue é capaz de dar uma volta inteira pelo corpo em apenas um minuto, aproximadamente. Nesse percurso, o líquido faz de tudo um pouco: transmite mensagens químicas de um órgão a outro, através dos hormônios; alimenta e, ao mesmo tempo, recebe toda espécie de excretas das células.

Tradicionalmente, o coração foi comparado com uma bomba. Ainda hoje, essa é a analogia que ocorre aos leigos. Mas os cientistas já adotaram uma imagem mais precisa: a da metralhadora automática. De fato, o músculo se contrai, num movimento chamado *sístole*, e imediatamente se expande, na chamada *diástole*, com bastante força, contorcendo-se bruscamente. Mas isso não significa que o coração necessite de energia para os dois movimentos: a mesma força que ele utiliza para contrair-se é usada, na sequência, para aspirar o sangue. Ou seja: quando o coração relaxa, permite que o sangue entre automaticamente. Daí a idéia da metralhadora, que não precisa ser recarregada constantemente.

O coração parece um órgão essencial demais para ser governado apenas pelo cérebro. Seus disparos são controlados também por um sistema nervoso próprio. O cérebro envia suas ordens na forma de impulsos elétricos, que indicam a freqüência e a amplitude das contrações. Assim, exigirá que o coração trabalhe mais depressa se o corpo estiver em exercício; ou mandará que bata mais lentamente, durante o sono. Já o sistema nervoso do coração, localizado num pequeno nódulo sobre o átrio direito, cuida que o músculo cardíaco não perca a sincronia ao mesmo tempo em que os ventrículos expulsam o sangue, já estão recebendo mais sangue das aurículas, e assim por diante.

M. KAGE

As artérias do cérebro, uma das áreas mais irrigadas do organismo.


M. KAGE

Ampliação de um capilar: canal milimétrico que chega às células.

SOCHUREK/ W CAMP

Tomografia computadorizada: a imagem precisa do coração.

As vezes, por causa de infecções, traumatismos ou má irrigação, o coração passa a receber dois comandos próprios. Forma-se um segundo e, em alguns casos, até um terceiro nódulo nervoso. Isso provoca uma doença chamada arritmia. Submetido a ordens diferentes, o coração se desgoverna. Não recebe nem expulsa o sangue. É a parada cardíaca. Para combater a arritmia, a medicina desenvolveu um pequeno aparelho, instalado no peito: o marca-passo. Quando o coração ameaça parar, o marca-passos emite descargas elétricas entre 200 e 400 volts, o que o obriga a trabalhar. O marca-passo é apenas um entre os cada vez mais numerosos recursos aperfeiçoados pelos cardiologistas para prevenir, remediar ou compensar o mau funcionamento do coração. Drogas controlam os depósitos de gordura nas artérias, para impedir que fiquem obstruídas; sendo impossível evitar a obstrução, cirurgias substituem as artérias inválidas; eletrocardiogramas são complementados por exames muito mais complexos, como tomografia computadorizada (que consiste em analisar a imagem do coração, obtida por raios X, com a ajuda de um computador).

A revolução das cirurgias de transplante cardíaco

A maior proeza da ciência, porém, foi tornar o coração substituível. Tudo começou no dia 3 de dezembro de 1967, quando o médico Christian Barnard, do Hospital Groote Schuur, na África do Sul, anunciou que havia realizado o primeiro transplante de coração em um ser humano. O paciente, que sobreviveria apenas dezoito dias, era Louis Washkansky, de 55 anos, portador de uma doença fatal nas coronárias. Ele recebeu o coração de uma mulher, Denise Ann Darvall, morta em acidente de carro. Washkansky morreu porque seu organismo não aceitou o coração estranho. De fato, a rejeição revelou-se o maior obstáculo no caminho dos transplantes. Nem por isso eles cessaram de imediato — muito ao contrário.

Nos doze meses seguintes à cirurgia pioneira do doutor Barnard — que se tornaria uma celebridade — 96 transplantes foram realizados no mundo. A moda só começou a arrefecer na virada da década. No início dos anos setenta, a freqüência dos transplantes caiu drasticamente, e, com o passar do tempo, outras alternativas mais atraentes passaram a ser pesquisadas. Hoje, o problema da rejeição está sob controle e a medicina deu outro passo gigantesco ao criar o coração artificial. Trata-se de uma bomba propulsora metálica, capaz de substituir o coração humano. Considerado a solução ideal para os casos incuráveis, o coração artificial tem a evidente vantagem adicional de não se desgastar com o estresse provocado pelas tensões da vida

No Brasil, mais doentes e mais inovações

Apenas seis meses após o primeiro transplante de coração realizado no mundo, a equipe do professor Euryclides de Jesus Zerbini, do Hospital das Clínicas de São Paulo, anunciou, a 26 de maio de 1968, que o boiadeiro João Ferreira da Cunha, um matogrossense de 23 anos, havia recebido um coração novo. O paciente parecia ter reagido bem à operação. Mas, passados 21 dias, o coração de João parou por 90 segundos e ele voltou à UTI. O problema foi contornado. Seis dias depois, porém, uma segunda crise matou João Boiadeiro. Ele morreu, não porque a cirurgia tivesse sido malsucedida, mas porque seu organismo rejeitou o coração transplantado — como vinha acontecendo em toda parte com pacientes com coração novo.

O segundo transplantado brasileiro, o comerciante Ugo Orlandi, chegou a sobreviver 13 meses e 13 dias, morrendo em outubro de 1969. Nesse meio tempo, um terceiro transplantado sobreviveu apenas dois meses. Mas foi a morte de Orlandi que induziu os cardiologistas brasileiros a decretarem uma moratória nos transplantes de coração. Como explicou, na época, o professor Zerbini, eles estavam suspensos, enquanto não se encontrassem medicamentos que realmente evitassem as rejeições. Com isso, o Brasil só retomou a corrida dos transplantes em 1979. "A rejeição está controlada e realizamos esse tipo de cirurgia tão bem quanto em qualquer lugar do mundo", diz o professor Adib Jatene, diretor do Instituto do Coração (Incor) do Hospital das Clínicas de São Paulo.

Em matéria de coração, por sinal, o Brasil oferece um retrato contraditório. Faz-se, no país, todo tipo de cirurgia cardíaca e também se desenvolvem tratamentos revolucionários. Em compensação, aumenta, a cada ano, o número de pessoas com problemas cardíacos

LUIZ CARLOS AFONSO

Euclydes Marques, do Hospital das Clínicas, com o equipamento de laser: técnica revolucionária

"Infelizmente, aqui não se faz prevenção de doenças do coração", critica o professor Radi Macruz, da Universidade de São Paulo. As cirurgias para correção de problemas de válvulas, por exemplo, não têm resultados duradouros: os problemas voltam após cerca de dez anos — e, se isso ocorre repentinamente, a pessoa morre. As deficiências nas válvulas, que respondem por 15 a 20 por cento das cardiopatias no Brasil, têm uma causa única: a febre reumática, causada por uma infecção, a estreptococcia, que atinge cerca de três em cada cem brasileiros. "Bastaria que os portadores da doença fossem identificados", observa Macruz, "e tomassem um comprimido de penicilina por dia. Em conseqüência, teríamos quase 20 por cento de cardíacos a menos."

O número de pessoas com aterosclerose (entupimento das coronárias) também está crescendo, por falta de campanhas de prevenção. Logo aumentará bastante o número de cirurgias para corrigir o problema. Em todo caso, o Brasil oferece as mais avançadas alternativas ao bisturi, como a angioplastia, técnica utilizada em São Paulo — pela primeira vez no mundo — há três anos: um cateter (tubo com largura de três milímetros) é colocado numa artéria do braço ou da perna e chega até o coração; dentro do coração, é inflado por um balão de gás, de modo a comprimir os depósitos de gordura.

Mais revolucionária é a angioplastia a laser, também desenvolvida no Brasil, ainda em fase experimental. Mediante essa técnica, se destrói tudo o que obstrui a artéria. "A questão é que, sem ver a artéria por dentro, fica difícil colocar o cateter em posição paralela ao depósito de gordura", explica o único médico no país a usar o laser em cirurgias cardíacas, doutor Euclydes Marques, do Hospital das Clínicas de São Paulo. "Se o instrumento se inclinar, o laser pode furar a artéria." Esse problema será resolvido quando houver um equipamento ótico que possa ser acoplado ao cateter do laser.

Em cirurgia, o laser é uma espécie de bisturi elétrico, só que mais preciso. A particularidade, em relação à cirurgia cardíaca, é que ajuda a estancar hemorragias nas grandes artérias, onde o bisturi elétrico não pode ser utilizado, porque destruiria as paredes dos vasos. Atualmente, os cardiologistas brasileiros seguem duas outras linhas de pesquisa. Uma busca nada mais nada menos que usar o laser para dar ao coração uma nova rede de irrigação sanguínea: através de perfurações, seriam criados cerca de cem capilares por centímetro quadrado. A outra pesquisa, já desenvolvida com êxito, pretende usar o laser para a sutura de artérias. Nas mãos de um cirurgião habilidoso, emendar uma artéria com pontos de náilon leva quinze minutos — e numa cirurgia cardíaca geralmente são feitas, no mínimo, quatro suturas desse tipo; com o laser, uma sutura gasta apenas cinco minutos. Orgulha-se o doutor Euclydes Marques: "Durante anos, os melhores institutos de pesquisas cardiológicas do mundo tentaram fazer isso e não conseguiram. Nós somos os primeiros a acertar"

cotidiana, nem padece dos males da alimentação errada, hábitos sedentários e fumo — que o entopem a ponto de mutilizar a metralhadora automática do nosso organismo.

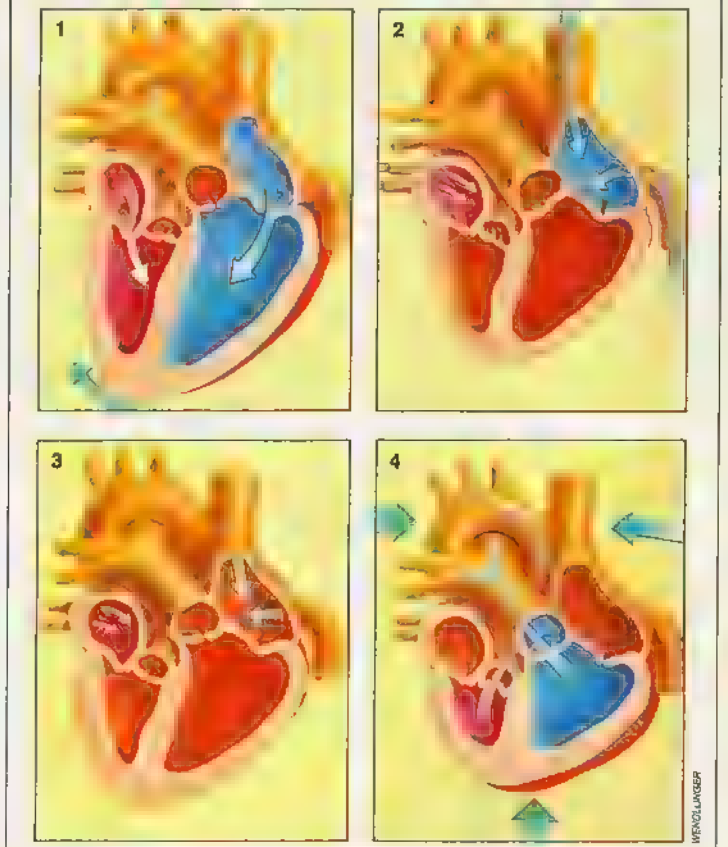
"O homem pode viver perfeitamente até os 120 anos. Quem morre antes, morre precocemente", afirma, com segurança, o cardiologista Radi Macruz, professor adjunto da Universidade de São Paulo. Ele não parece otimista demais. De fato, a idéia de que o coração inevitavelmente começa a falhar quando a pessoa chega à casa dos quarenta, não se sustenta em teoria médica. Livre dos inimigos externos, nada impede que o coração se mantenha em bom estado durante um século inteiro. O bom coração, além do mais, bombeia com precisão o sangue para o organismo, mantendo os diversos órgãos bem irrigados — portanto fortes e igualmente capazes de funcionarem sem problemas.

Longe dos inimigos, o músculo vive um século

Se isso não acontece, já se sabe por quê: usa-se e abusa-se de alimentos com colesterol — lipoproteínas de alta densidade, presentes em carnes gordas, mariscos, leite integral e seus derivados, e ovos — que se depositam em forma de gorduras nas artérias do coração, chamadas coronárias. Com o entupimento ou aterosclerose, o músculo cardíaco, que também precisa receber nutrientes e oxigênio através do sangue, fica sem irrigação e morre. É o infarto agudo do miocárdio, responsável por três em cada quatro mortes causadas pelo coração. O cigarro também ajuda o aparecimento da aterosclerose, porque o fumo estimula o coração a bater mais depressa que o normal. Com isso, ele se esforça mais e necessita de oxigênio extra. Ao mesmo tempo, para piorar as coisas, o oxigênio chega ao sangue em doses cada vez menores, devido à nicotina acumulada nos pulmões. Oxigenado inadequadamente, o miocárdio acaba morrendo ou, na menos ruim das hipóteses, sofrendo lesões. Além disso, a nicotina também torna as artérias mais estreitas, facilitando os entupimentos.

A falta de exercícios é outro inimigo do coração. A vida sedentária aumenta a sensibilidade do organismo ao colesterol: as gorduras não são queimadas, acumulando-se nas artérias. Mas, sem duvida, o estresse não pode ser subestimado. Pessoas que vivem com o coração na mão, como se diz, ansiosas e angustiadas, obrigam o coração a trabalhar dobrado, abrindo caminho para que um problema fisiológico — do tipo entupimento das coronárias — se manifeste num período mais curto. Como as emoções afetam o coração, é fácil entender por que as pessoas, desde os tempos primitivos, se acostumaram a achar que o coração produz os sentimentos.

Essa é uma das crenças mais duradouras do homem. E há mesmo, nos dias de hoje, quem tente dar fundamentação científica a essa idéia. É o caso dos cientistas que quiseram provar que o coração secreta hormônios responsáveis pelas emoções. Tudo o que se sabe, porém, é que esse órgão produz, na aurícula direita, um prosaico hormônio diurético. É inegável que o coração é o órgão mais vulnerável aos sentimentos. Esse músculo que funciona feito máquina, também se descontrola, acelera ou diminui o ritmo diante do perigo ou da surpresa agradável, muda de comportamento diante do que se ama ou se odeia. Enfim, é onde são percebidas as verdades básicas de cada ser humano — suas emoções. ■



O sangue chega às aurículas do coração por veias (1), que passam o líquido, imediatamente, para os ventrículos (2); numa contorção brusca, o coração expulsa o sangue para todo o organismo (3). Como uma mola, o coração a força desse movimento para reiniciar o ciclo (4).

Lúcia Helena de Oliveira

Para saber mais

O Coração, na saúde e na doença, *Eder Trezza, Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1987*

A GUERRA SEM FIM

[illegible] pode não [illegible] cavalo [illegible] os troianos: quem sabe os gregos atacaram pelo mar.

Foi o alemão Franz Stephan quem levantou a hipótese de que os gregos atacaram pelo mar. O famoso cavalo, então, teria sido um barco [illegible]

M[illegible] Páris [illegible] vulnera[illegible] deuses do Olimpo [illegible]

[illegible] de Homero [illegible] Mais recente [illegible] quanto a lenda [illegible] é a batalha tra[illegible] por histo[illegible] riadores [illegible] em torno do que [illegible] episódios [illegible]

[illegible] ocada pelo rapto de Helena [illegible] Tíndaro, o [illegible]

[illegible] tinha tantos pretendentes, [illegible] previa alguma coisa des[illegible] que promoveu uma gran[illegible] escolhido por Helena [illegible] comprometiam a defen[illegible]

Helena escolheu Menelau, que gra[illegible]ças a essa preferência tornou-se, além de seu marido, rei de Esparta. [illegible] felizes [illegible] até o dia em que Páris, filho do rei de Tróia, Príamo, [illegible] Helena e por ela se apaixo[illegible]

[illegible] na época [illegible] ra Tróia. Os gregos até que tentaram negociar e esquecer o episó[illegible] troianos não aceitaram. Assim, Aga[illegible]menon, irmão do ofendido Menelau, convocou todos os antigos pretendentes [illegible] de Helena, lembrou-lhes [illegible] contra Tróia.

A lenda do cavalo de madeira

No poema de Homero, o estratagema do cavalo permitiu aos gregos entrar em Tróia e conquista-la

Foram dez longos anos de luta em que a sorte ora pendeu para um lado, ora para outro. E acabou sendo Ulisses, um guerreiro grego sem nenhum poder extraordinário, a não ser uma cabeça fértil para inventar truques e expedientes, quem pensou no estratagema que os levaria à vitória: construir um grande cavalo de madeira, capaz de abrigar, em seu interior, alguns guerreiros. Os troianos, que consideravam o cavalo um animal sagrado, recolheram o presente deixado diante do portão de suas muralhas, acreditando ser um reconhecimento da derrota por parte dos gregos, e passaram a noite comemorando a vitória. Os soldados escondidos dentro do cavalo aproveitaram a festa para sair, abriram os portões — e Tróia foi invadida e destruída. Nasceu aí a expressão *presente de grego*.

Essa é a lenda, em linhas bem gerais. Em 1870 o negociante alemão Heinrich Schliemann, autodidata e arqueólogo amador, após estudar detidamente os textos de Homero, lançou-se à localização de Troia, fazendo escavações por conta própria. Deteve-se na colina de Hissarlik, na entrada do estreito de Dardanelos, atual Turquia. Em companhia da mulher, Sofia, e de outros colaboradores, descobriu vasos de ouro, jarras de prata, braceletes e colares cuidadosamente fabricados. Deduziu, então, que teriam pertencido a um rico e poderoso senhor: seria o *tesouro de Priamo*, rei de Troia e pai de Páris. Mas a declaração de Schliemann, de que havia encontrado Tróia e seu famoso tesouro, não resistiu aos ataques dos historiadores especializados.

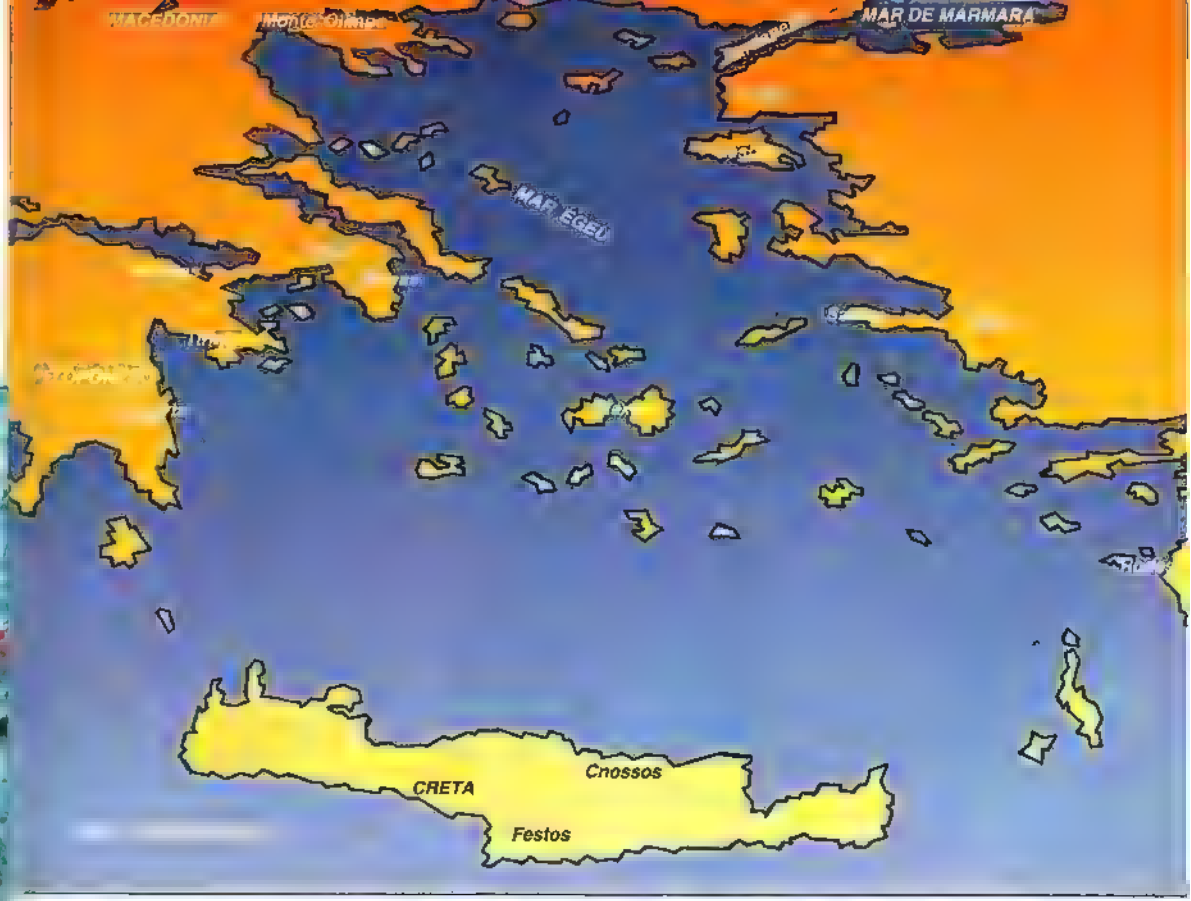
Hoje, a maioria dos arqueólogos afirma que o tesouro apresentado por Schliemann não passava de um conjunto de peças isoladas recolhidas durante as escavações. O grande mérito do pesquisador alemão foi descobrir que na colina de Hissarlik existiram várias Tróias, cada uma construída sobre as ruínas da outra, e que a região estava habitada desde a Idade do Bronze, por volta de 3 000 a.C, até o ano 400 da nossa era. Ao todo existiram nove Tróias. As primeiras, de Tróia I a V, correspondem à Idade do Bronze egeu; Tróia VI, ao Bronze médio e final; Tróia VII teria sido habitada por um povo diferente que deixou o local cerca de 700 a C, época que corresponde ao início de Tróia VIII; e, por fim, Tróia IX, que era a cidade romana de Ilium Novum.

Como foi possível fazer de uma montanha a base de várias cidades? Especialistas explicam que Tróia I estava sobre a base e ali se levantaram casas feitas de pedra, terra, adobe, madeira e palha; pouco resistentes, eram sujeitas a incêndios que rapidamente as destruíam por estarem, além do mais, muito próximas umas das outras. Na época do cobre e do bronze, as cidades apenas começavam a se desenvolver. Se ocorria um terremoto ou um incêndio, tirava-se o que era aproveitável das ruínas, aplainava-se o que restara e construíam-se novas casas em cima. Assim, uma cidade se edificava sobre a outra. Era costume naquela época jogar no chão desde restos de comida até utensílios quebrados. Mas, a partir de determinado momento, ficava insuportável conviver com a sujeira e então cobria-se o chão com uma espécie de capa de barro e tudo ficava novo e limpo.

O pouco recomendável costume dos troianos teve pelo menos uma serventia: ajudou os arqueólogos a descobrir se as casas — das quais, na maioria das vezes, só ficavam os muros — foram habitadas por muito ou pouco tempo. Para Schliemann, a Tróia de Priamo era a Troia II. Depois de sua morte, em 1890, outro pesquisador, o arqueólogo Wilhelm Dorpfeld, também alemão, prosseguiu as escavações em 1892 e 1893 e estabeleceu que Tróia VI tinha sido o cenário da guerra. No entanto, pesquisadores da universidade norte-americana de Cincinatti, que ali realizaram escavações de 1932 a 1938, concluíram que Tróia VII era a Tróia de Priamo. A chave para se saber qual era a Tróia da guerra era provar a existência do inimigo, isto é, dos gregos do final da Idade do Bronze, a época de Tróia VII.

Tudo estaria esclarecido não fosse por uma questão: embora Homero diga que Tróia foi destruída por um incêndio, as últimas escavações provam que o que houve ali foi um terremoto e que depois os assentamentos continuaram. Diante disso, o historiador inglês Moses Finley, falecido em 1986, abriu fogo: "Não há uma só prova consistente de que a colina de Hissarlik coincida com a Tróia da Idade do Bronze que Homero descreve, nem de que a guerra entre troianos e gregos tenha alguma vez existido. Propomos tirar definitivamente a guerra de Tróia dos livros de História".

Entretanto, uma descoberta do in-



Tróia fotografada por satélite

Um satélite particular fotografou Troia pela primeira vez, a 820 quilômetros de altura. Da colina de Hissarlik, o domínio estratégico da planície e dos portos. A área em vermelho indica fruticulturas

Um obstáculo para os gregos

A guerra teria acontecido quando os gregos, ricos comerciantes, dominavam o Mar Egeu e Creta. Mas para chegar ao Mar Negro, tinham que atravessar Dardanelos e o Mar de Marmara, domínios de Tróia.

gûsta Calvert Watkins, professor da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, desmontou um dos principais argumentos dos críticos de Homero. Ao examinar primitivos documentos escritos em uma extinta língua da antiga Anatólia, na região oriental do que hoje é a Turquia, Watkins encontrou o seguinte fragmento de texto:"... quando vinham os alcantilados de Wilusa..." Para ele, o fragmento seria parte de uma primitiva Ilíada escrita em hitita, a língua dos troianos. Os alcantilados de Wilusa (que significam rochas escarpadas de Wilusa) são, segundo Watkins, os que aparecem na Ilíada como "os alcantilados de Ilion". Tróia era também chamada de Ilion.

As causas da guerra podem ter sido econômicas

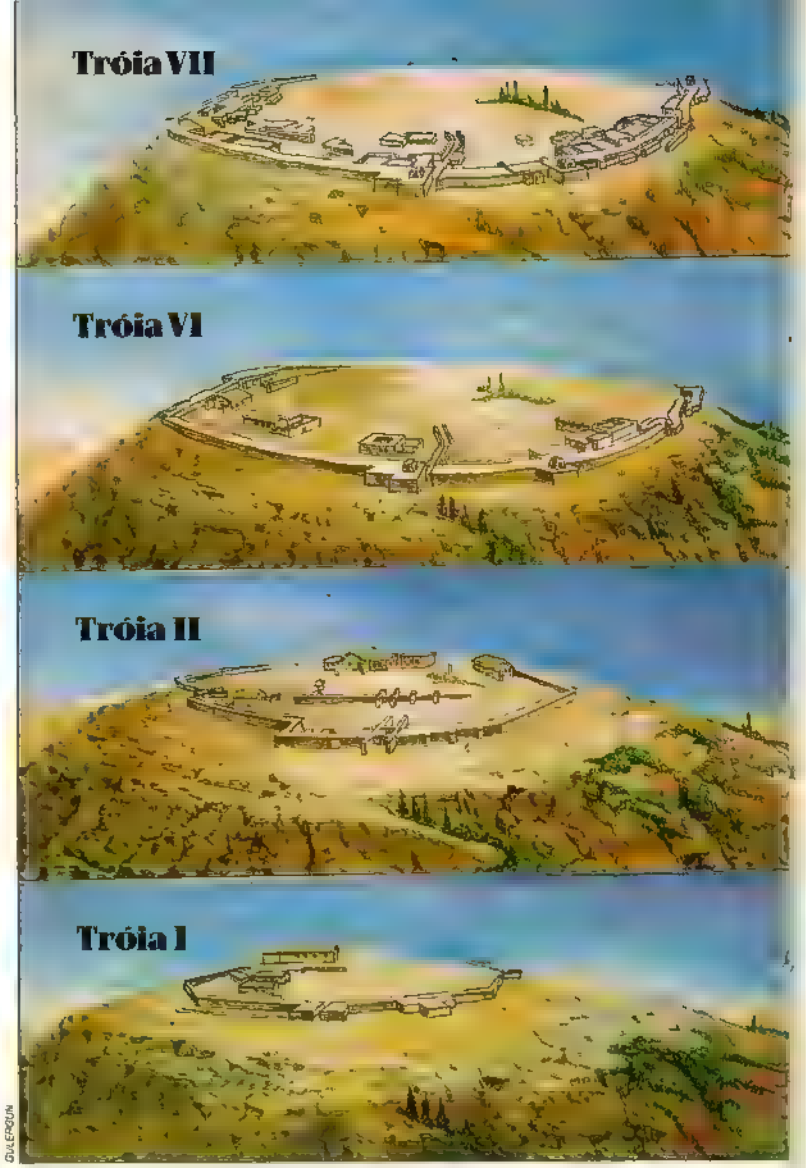
Tal descoberta derrubava a teoria de que uma cidade grande e poderosa como Tróia, que apoiava o império hitita, não constava dos testemunhos escritos sobre aquele povo. Os críticos de Homero também duvidavam da descrição dos funerais de Pátroclo — grande amigo do guerreiro Aquiles — mencionados no final da Ilíada. O poema diz que ele foi cremado. Os céticos afirmavam que naquela época não era costume cremar os mortos.

Recentemente, porém, arqueólogos alemães, que há três anos realizam escavações no porto de Tróia, na baía de Besika, sob o comando do professor Manfred Korfmann, da Universidade de Tübigen, descobriram vestígios de piras onde os mortos eram cremados. Mas se Tróia existiu, será que isso quer dizer necessariamente que houve também a guerra de Tróia? Como e por que ela se deu? Ao que parece, os motivos foram mais banais do que o resgate da honra de Menelau e sua mulher, Helena. Como a corrente marítima na parte mais estreita dos Dardanelos é muito mais forte, um barco mercante da Idade do Bronze só poderia chegar ao Mar Negro se contasse com bons ventos a seu favor. Mas, à exceção de uns poucos dias do ano, o vento sopra na direção oposta, de Leste a Oeste. Por isso, os gregos preferiam desembarcar suas mercadorias no porto de Tróia para que fossem transportadas até o Mar de Marmara — a meio caminho entre o estreito e o Mar Negro — através da planície troiana (veja o mapa).

Mesmo que resolvessem esperar pelos ventos favoráveis os gregos dependiam dos troianos. E estes certamente cobravam pelos serviços prestados, tais como estadia na baía, abastecimento de água e alimentos, transporte de mercadorias por terra etc. É possível até que os troianos cobrassem pedágio ou saqueassem um barco de vez em quando. Do ponto de vista arqueológico não há nada que prove que Tróia fosse um covil de ladrões, mas é cabível que uma cidade situada no eixo do comércio entre o Mar Egeu e o Mar Negro representasse um problema para os gregos. Logo, qualquer pretexto servia para liquidar aqueles que tanto atrapalhavam seus negócios.

O historiador Francisco Murari Pires, professor de História Antiga da Universidade de São Paulo, acha provável que um evento como a guerra de Tróia tenha existido, embora o conjunto de documentos descobertos não permita uma afirmação exata, precisa. O que a lenda quer preservar, diz ele, é que o fim da Idade do Bronze e o início da Idade do Ferro correspondem a um período de desestruturação do império hitita. Havia uma situação de conflito permanente entre hititas e gregos. Ambos disputavam o controle sobre os reinos que apoiavam tradicionalmente o império hitita e que, em consequência da atuação dos gregos, começaram a se desestabilizar.

Com base nos conhecimentos históricos e arqueológicos disponíveis, o arqueólogo alemão Franz Stephan reconstituiu o que em sua opinião pode ter sido a guerra de Tróia: os troianos, enfraquecidos por causa de um terremoto, não estavam preparados para enfrentar uma guerra. Os gregos, sabendo disso, atracaram no porto inimigo um veleiro com aparência de barco mercante; só que, em vez



Nove Tróias sobre a colina

Ao longo de mais de três mil anos, levantou-se fortificação sobre fortificação, cidade sobre cidade. Acima, as quatro principais Tróias: Tróia I, a mais antiga, repousa sobre a base da colina; Tróia II, considerada por Schliemann como a da guerra; Tróia VI, que Dörpfeld estabeleceu como a verdadeira. Tróia VII é hoje considerada a Tróia descrita na Ilíada de Homero

Schliemann encontra o tesouro

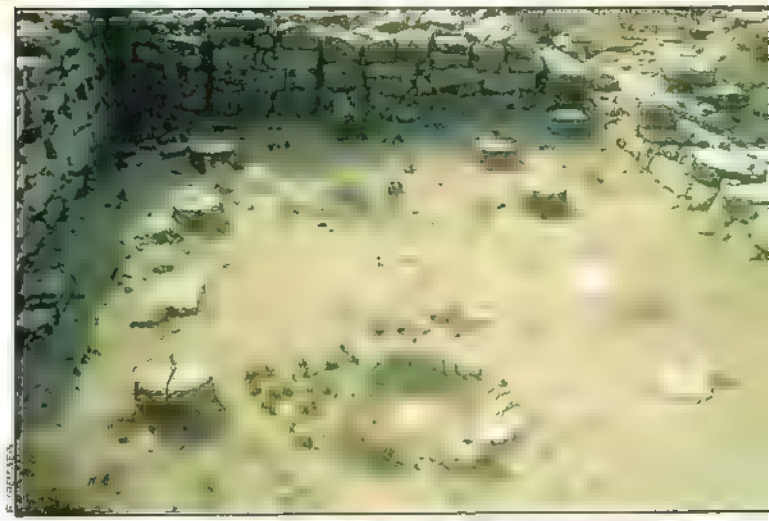
O arqueólogo alemão e descobridor de Tróia, acompanhado pela mulher Sofia, recolhe as peças que encontrou durante as escavações e imaginou terem pertencido ao tesouro de Priamo, rei de Tróia e pai de Páris

As escavações de Dörpfeld

As pesquisas de Schliemann foram continuadas pela equipe dirigida por outro arqueólogo alemão, Wilhelm Dörpfeld. Este concentrou seu trabalho nas ruínas de Tróia VI

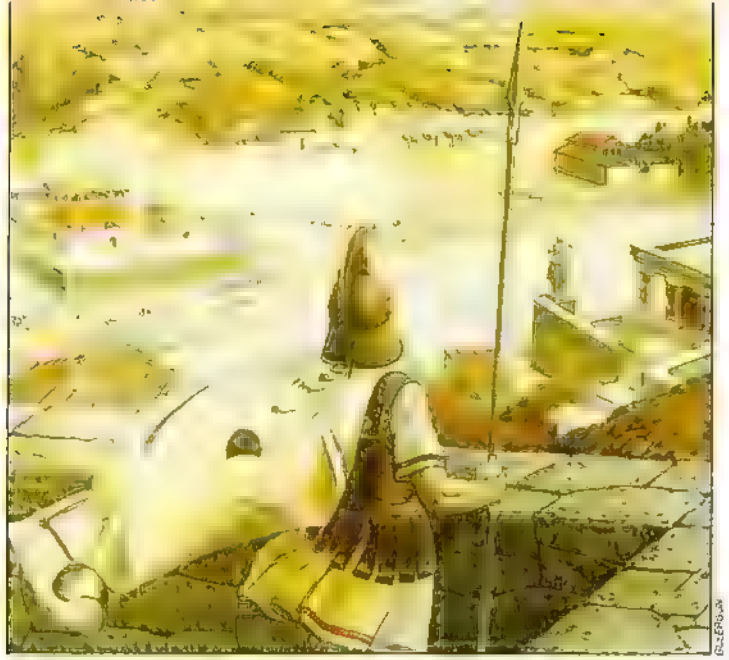
Aqui foi achado o tesouro

As peças do tesouro foram descobertas no local onde a rampa e o muro da cidade se encontram. Tróia II estava rodeada de muros e fossos; na época não se conheciam as pontes levadiças



O engano do arqueólogo

Schliemann supôs que essas ruínas fossem do Palácio de Priamo. Sabe-se hoje que pertencem a uma construção levantada mil anos antes da guerra



O domínio de Dardanelos

A principal vantagem de Tróia estava em sua situação privilegiada. Do alto, os troianos controlavam os movimentos dos barcos no estreito

de mercadorias, transportava uma tropa de elite. Durante a noite o comando grego tomou a cidade. Nessa versão, não há lugar para o Cavalo de Tróia. O professor Murari Pires diz que é impossível resolver essa questão. Mas, verdade histórica ou não, a lenda é importante por fixar o princípio de que uma guerra não se decide só pela força. "Tanto o valor da astúcia, da manobra enganosa", observa Murari, "quanto o valor guerreiro propriamente dito estão em pé de igualdade." Por mais que historiadores e arqueólogos tentem demonstrar a veracidade do episódio, o que parece prevalecer na memória do homem comum é a imagem poética da lenda, que tem contornos muito mais fortes do que a realidade. Por mais pesquisas que se façam, é pouco provável que um dia essa situação seja invertida ■

Para saber mais

Ilíada. *Homero, Editora Tecnoprint, Rio de Janeiro, sem data.*

Tróia e os troianos. *Carl W. Blegen. Editorial Verbo. Lisboa, 1971*

Mitologia Grega. *Junito de Souza Brandão, Editora Vozes, Petrópolis, 1986.*

Eneida. *Virgílio, Editora Cultrix, São Paulo, sem data.*

VOCÊ ESTÁ COM TUDO

Respostas rápidas e seguras para as dúvidas do seu dia-a-dia, só no ALMANAQUE ABRIL. Nele você tem tudo à mão.

São 28 capítulos sobre os mais variados temas e uma seção especial sobre o Brasil. Tudo junto num volume só.

Você acha o que precisa em segundos. O ALMANAQUE ABRIL tem um superíndice remissivo com tudo em cima.

Grátis. Mapa-Múndi em cores, com as bandeiras de todos os países e estados brasileiros.

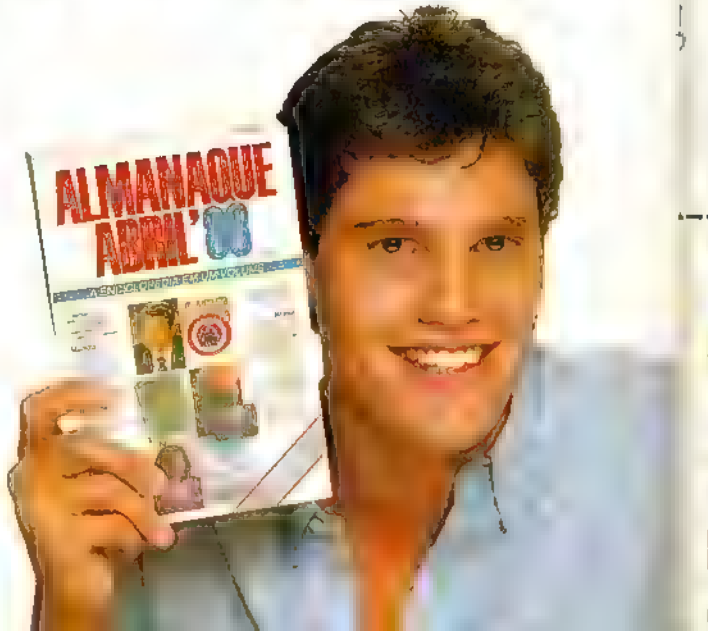
ALMANAQUE ABRIL. Abriu, achou.

NAÇÕES DO MUNDO tudo sobre os 170 países.
OS FATOS QUE MARCARAM O ANO em destaque os acontecimentos de maior relevo de 86/87
ESTADOS E TERRITÓRIOS BRASILEIROS dados estatísticos e históricos sobre todos eles.
O MUNDO EM QUE VIVEMOS aspectos geográficos, humanos e curiosos sobre nosso planeta.

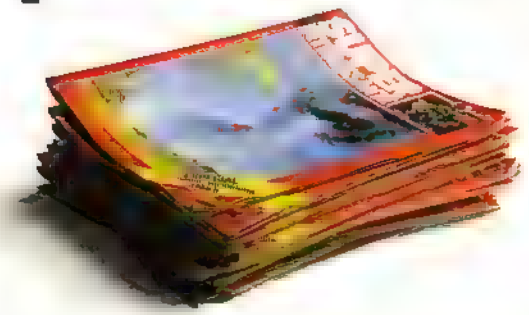
O ALMANAQUE ABRIL tem tudo isso e muito mais nas suas 768 páginas.

ALMANAQUE ABRIL'88

Nas bancas



Uns empilham suas revistas.



Outros colecionam.

Feito em PVC na cor vermelha, com letras em branco.

Super resistente, suas dobras não rasgam.

Possui janela transparente para você anotar o número dos exemplares.

Este é o Superestojo Superinteressante, a peça que faltava para você colecionar suas revistas. Ele é bonito, muito prático e pode acondicionar até 16 exemplares.

SIM, quero receber meu Superestojo Superinteressante.

☐ Sou assinante e pagarei Cr$ 2.680,00 ☐ Não sou assinante e pagarei Cr$ 2.980,00

10% de desconto

Para desfrutar o desconto a que você tem direito, recorte e cole sobre o box abaixo a etiqueta que identifica o seu exemplar de assinante.

SI-028

Nome_____

Endereço_____

Bairro_____ CEP_____

Cidade_____

Estado_____ Tel_____

Data _/_/_ Assinatura_____

Escolha a seguinte forma de pagamento:

☐ Envio cheque anexo, cruzado e nominal à Editora Abril S.A., do Banco_____

☐ Vale-postal. (Neste caso, compre um vale-postal no valor a ser pago em qualquer agência do Correio, em nome de Editora Abril S.A., pagável na agência Lapa, São Paulo e anexe-o ao cupom. O comprovante do vale-postal, fornecido pelo Correio, é o seu recibo de pagamento.

☐ Autorizo o débito em meu cartão de crédito.

Nome do cartão_____

Nº _____ Validade _/_ mês ano

Oferta válida até 30/11/88

Após preencher, recorte este cupom na linha pontilhada, anexe o cheque ou vale-postal, se for o caso, coloque-o num envelope endereçado à Editora Abril S.A., r. do Curtume, 769, CEP 05065, Lapa, São Paulo, SP. Dentro de pouco tempo você receberá seu Superestojo no endereço que indicou. Qualquer dúvida fale com nosso Centro de Atendimento pelo telefone (011) 823-9222

OBS. Se você não quiser recortar sua revista, copie todos os dados em uma folha separada e siga as demais instruções.

SUPER INTERESSANTE

RELIGIÃO

PODE A CIÊNCIA CRER EM DEUS?

À luz das pesquisas mais recentes, a fé religiosa não tem mais sentido, sobretudo quando procura explicar o Universo, a vida e as leis que os regulam. Mas, quando recuam até o princípio desse processo, ciência e religião encontram-se diante do mesmo e (até agora) inexplicado mistério: de onde surgiu tudo isso?

Por PAUL DAVIES,
físico e escritor inglês

Minha primeira afirmação talvez irrite algumas pessoas que preferiam que não fosse assim. Mas é certo que em muitos países do mundo ocidental a religião se encontra em franco retrocesso, ainda que a maioria das pessoas continue buscando aquilo que se chama *um sentido para a vida*. Surpreendentemente, é um ramo da ciência que está mudando cada vez mais essa busca. Eu me refiro àquela parte da Física que se ocupa das questões básicas do tipo de onde saiu o Universo ou como ele surgiu.

Em geral, a ciência não desfruta de uma imagem social muito simpática, hoje em dia. Ela é considerada fria, impessoal, carente de sentimentos. Há até quem a culpe pelo fato de que o homem já não seja considerado o ponto central e absoluto de todas as coisas, tal como acontecia no tempo em que a imagem do mundo era descrita pelas reli-

giões tradicionais, e de que tenhamos de nos conformar com a idéia de que a humanidade é algo insignificante, alojada num planeta sem importância que se desloca a enorme velocidade pelo vazio do Universo. Assim, não sobra do homem muito mais do que a teoria de que é um mero acidente, sem alma, sem objetivo e sem finalidade alguma em um Universo sem sentido, que surgiu sem nenhuma planificação prévia.

Mas comecemos pela questão da criação, ou melhor, da formação do Universo. Por quem e com que meios foi ele criado? Todas as religiões possuem seus mitos próprios sobre a criação, um ato planificado de uma divindade que já existia anteriormente. Vejamos agora o ponto de vista da ciência. O conjunto do Universo apareceu há aproximadamente quinze bilhões de anos devido a uma gigantesca explosão, que popularmente ficou conhecida como *Big Bang*. Dela há duas provas importantes: o Universo ainda continua em expansão e conserva um mínimo do calor daquela explosão, cuja magnitude jamais se calculou. No entanto, é possível medir esse calor que ainda está no Universo, como uma *radiação remanescente*, e ele é mais ou menos de quatro graus acima do zero absoluto *(N. da R.: Mais ou menos 270 graus abaixo de zero, pois na escala Celsius, que utilizamos no Brasil, o zero absoluto corresponde a 273 graus negativos)*.

Antes do *Big Bang* não havia tempo nem espaço

Por outro lado, a maioria dos pesquisadores do Cosmos aceita, atualmente, que no momento da criação do mundo o tempo e o espaço estavam infinitamente distorcidos, numa situação que se chama *singularidade*. Essa *singularidade* também pode se chamar *limite* ou *fronteira*. Ou seja, *limite* ou *fronteira* do espaço e do tempo. De qualquer forma, não é possível falar de *estado de singularidade* e, simultaneamente, de espaço e tempo. Em um *estado de singularidade* não existe absolutamente nada, nem espaço nem tempo. Dessa forma, no *estado de singularidade* temos diante de nós a verdadeira origem do espaço e do tempo.

Muita gente ainda tem uma idéia equivocada do *Big Bang*, o que é mais do que desculpável. Normalmente se acredita que havia um pedaço de matéria, extremamente comprimida, que existia por toda a eternidade, num pequeno pedaço de um vazio sem limites. O pesquisador, ao contrário, vê isso de forma muito diferente. Se se toma a sério o *estado de singularidade*, então fica desde logo excluída a possibilidade de existência do tempo antes do *Big Bang*. Da mesma forma, não existia o espaço vazio. Ambos surgiram do nada no momento da explosão. É assim, por mais difícil que nos pareça chegar a entender tudo isso.

Pelo menos nos primeiros tempos, essa teoria do *Big Bang* provocou muitas discussões entre os cientistas, pois mesmo entre eles havia quem imaginasse que não aparecera, apesar de tudo, nenhuma explicação para o surgimento repentino do Universo. E mais ninguém podia também explicar donde vieram a matéria e a energia que apareceram naquela hora. Para muitos, dessa forma, continuou parecendo possível acreditar em algo semelhante à criação, tal como descrita nos livros religiosos. E há ainda outro mistério a explicar: por que o Universo tomou a forma e a organização que hoje conhecemos?

Fica claro que, imediatamente após o *Big Bang*, matéria e energia ficaram distribuídas de um modo assombrosamente uniforme. O *Big Bang* é, todo ele, uma coisa extraordinariamente uniforme. Todas as regiões do Universo nasceram da explosão no mesmo momento e exatamente com a mesma força. Mas isso ainda não é tudo. Em todo esse Universo, tão regular em suas características, havia desde o princípio uma pequena dose de diversidade, impossível de calcular. Uma ínfima capacidade de inobservância ou descumprimento das regras. Daí partiram os primeiros passos rumo à formação dos sistemas e das galáxias.

Muitos pesquisadores acreditam que já no primeiro momento ficaram decididas as questões mais importantes que definem nosso Universo e que se pode explicar por que tudo é assim e não de outra forma qualquer. A chave do entendimento de todo esse conjunto está na Física Quântica. Normalmente, suas leis têm aplicação apenas em processos que ocorrem dentro das menores coisas, como os átomos, ou ainda nos núcleos dos átomos.

Mas o estado do Universo imediatamente após o *Big Bang* era tão extremo que é muito possível que os efeitos dos *quanta* tenham provocado a sua estruturação tal como a conhecemos agora. Cálculos já realizados demonstram que muitas das peculiaridades do Cosmos, que hoje ainda parecem misteriosas, têm explicação perfeitamente natural quando se aplicam a elas as leis da mecânica quântica. Isso também vale para quando se deseja investigar por que o Universo, de um lado, é tão uniforme e, de outro, está estruturado de forma tão irregular que tornou possível o aparecimento das galáxias.

Desde que se consiga explicar isso, não será mais necessário colocar nas mãos planificadoras de Deus a responsabilidade por tais peculiaridades do Universo, tudo acontece numa ordem sucessiva adequada, de acordo com as leis da Física Quântica. E há algo mais significativo: essas leis permitem explicar por que podem surgir do nada, com toda naturalidade, a energia e a matéria.

As leis explicam tudo, menos as próprias leis

Em Roma, há cerca de dois mil anos, o poeta Lucrécio escreveu: "Do nada não pode sair nada". Agora parece, ao contrário, que do nada pode sair tudo: espaço, tempo, energia, matéria e até mesmo ordem. Dito isso, fica claro que o conceito de Deus está outra vez excluído das preocupações da ciência, pois as leis da Física são suficientes para explicar todo o Universo, inclusive sua aparição.

Isto significará, então, que a ciência suprimiu definitivamente Deus? Nesse particular, só posso falar por mim mesmo. Eu creio que o antigo conceito de Deus, que tocou com o dedo um botão qualquer e pôs em marcha todo o Universo, e agora se dedica a contemplar seu desenvolvimento, ficou totalmente desacreditado pela nova Física e pela nova Cosmologia. No entanto, um ponto ainda permanece obscuro: se hoje temos leis que podem explicar praticamente tudo, como explicar a existência dessas próprias leis?

Muita gente aceita as leis da natureza sem nenhuma outra preocupação. As coisas são assim, e pronto. O Sol nasce de manhã; uma maçã cai da árvore para o chão, mas não cai do chão para a árvore; os polos magnéticos iguais se repelem etc. Essas pessoas não pensam mais adiante, nem se perguntam por que é assim, ou acontece assim. Mas, para quem aumenta tais dúvidas e preocupações, é fácil imaginar um mundo caótico, sempre regido pelo acaso, no qual energia e matéria se desenvolvem desordenadamente

O que a ciência não explica

Frei Benjamin de Souza Ramos, da ordem dos beneditinos, é professor de História da Filosofia Medieval no Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de Campinas. Para ele, a existência de Deus está acima das explicações da Física sobre a origem do Universo.

O conjunto da tradição cristã se baseia em um dado da fé, ou seja, que Deus é o primeiro princípio de todo o Universo, além do qual não existe outro. Segundo este princípio, Deus criou o Universo em um ato de total liberdade, de total independência de qualquer condicionamento ou de alguma matéria-prima prévia que não tenha sido criada por ele. Qualquer que seja a matéria de que se constitui o Universo e como quer que ela se defina em suas formas mais remotas, foi criada através de um ato exclusivo e livre que teve Deus como sujeito.

Esta base é comum a todas as tradições cristãs, mas a maneira como ela é explicada depende de cada teólogo e do seu diálogo com a filosofia. Para citar um exemplo, nos séculos XII e XIII, os teólogos, principalmente São Tomás de Aquino, fundamentaram não apenas a existência de Deus como também a relação mundo-tempo, tendo em vista que o ato criador de Deus é, em si, eterno. Este ato alcança qualquer homem, animal ou partícula de átomo surgida em qualquer instante do Universo. Com isso, tentou-se mostrar que Deus pretendeu criar o mundo desde toda a eternidade, mas o resultado de sua ação é temporal.

A ciência se impôs, como princípio, o parâmetro da experimentação — o que não deixa de ser legítimo. Mas nenhuma teoria científica, de Aristóteles a Galileu e de Galileu a Newton, se impôs como a única. O cristianismo admite como compatível qualquer teoria científica que, mesmo que silencie sobre a existência de Deus, ainda assim não o negue. As teses de Newton ou de qualquer

Frei Benjamin: Deus é o início

cientista que o tenha sucedido podem ser incorporadas apenas como hipóteses. Pois, na maioria das vezes, se sustentam porque explicam melhor um conjunto de fenômenos e não como evidências absolutas. A ciência não pode e não tem meios para se elevar além dos princípios sob os quais trabalha. Quando optamos por uma concepção do mundo a partir da Física, permanecemos sempre no limiar do horizonte metafísico.

O que a religião não alcança

O filósofo e físico José Raimundo Chiappin, professor do Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo, é um dos poucos especialistas brasileiros em História e Filosofia da Ciência. Ele questiona a existência de Deus como hipótese científica.

Quem acompanha a história e o desenvolvimento da ciência através dos séculos observa que, à medida que ela avança nas explicações dos fenômenos da natureza, tende a eliminar a crença do homem naquilo que ele considera sagrado. Nesse sentido, a hipótese da existência de Deus pode se tornar um sério obstáculo ao progresso da investigação científica. Pois funciona como um limite ao que, aparentemente, é um processo interminável do conhecimento da natureza.

Chiappin: Deus é um obstáculo

FOTOS LUIZ CARLOS MFOURI

O surgimento da ciência moderna nos séculos XVI e XVII, para o qual contribuíram Kepler, Tycho Brahe, Galileu, Descartes e Huygens entre outros, destruiu a imagem dos céus como moradia dos deuses. O movimento dos corpos celestes deixou de ter origem divina com a explicação mecânica do Universo. Da mesma forma, a teoria da evolução das espécies e, mais recentemente, a descoberta da estrutura e função do DNA (ácido desoxirribonucleico) ajudaram a explicar o surgimento da vida.

Atualmente, as leis da Física são suficientes para explicar de maneira satisfatória a constituição e o surgimento do Universo. Mas aqueles que não estão satisfeitos e ainda vêem um espaço para Deus na ciência, desta vez para explicar a harmonia e estrutura das próprias leis da Física, partem de uma pressuposição controvertida. Para vários autores, como o físico norte-americano Richard Feynman, a sistematização das leis científicas não pertence à natureza, mas foi criada pelo homem para organizar e entender os fatos empíricos.

Outros cientistas, ganhadores de prêmio Nobel, como o francês Jacques Monod e o norte-americano Steven Weinberg, negam a existência de um sentido na natureza. Para eles, o Universo basta a si mesmo e cabe à ciência apenas descobrir e explicar a sua constituição e as leis que o governam. O significado e o valor moral da existência de Deus podem ter algum tipo de fundamentação. Mas questiono a validade das tentativas de argumentação racional da existência de Deus com fatos científicos.

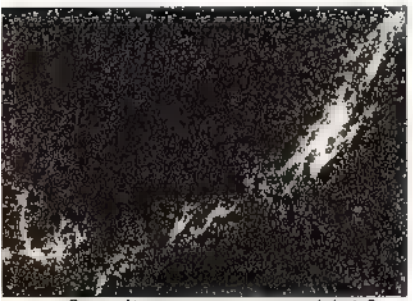
Com isso quero dizer que do ponto de vista da lógica pura não há nenhuma necessidade de que o mundo esteja organizado tal como o conhecemos

Mas quando se estudam essas leis mais profundamente não há outra saída ninguém deixa de se impressionar com sua beleza e sua simplicidade Um exemplo entre muitos pode ser apontado na Física das partículas Nesse campo o pesquisador se encontra vezes e vezes seguidas frente ao estado de pura simetria A cada partícula corresponde uma antipartícula e a cada volta para a esquerda, uma outra para a direita. Isso se aplica às próprias leis. elas estão tão entrelaçadas entre si que é impossível não pensar em um *plano*

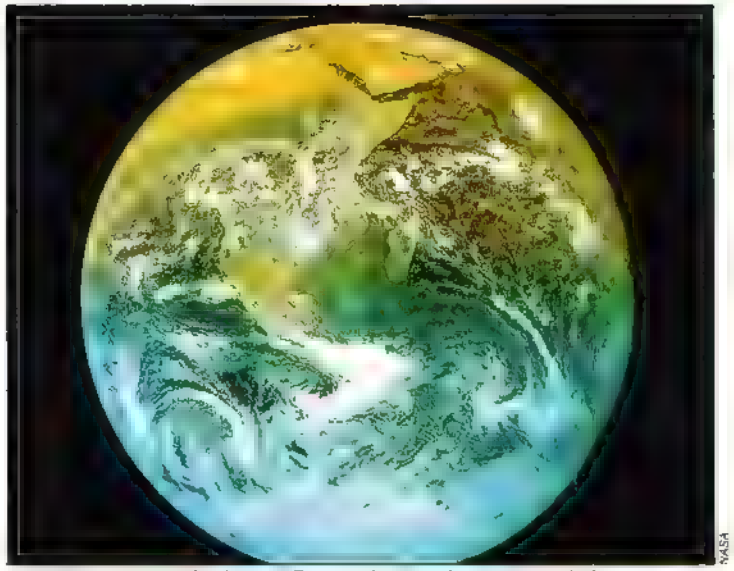
A Física prova que houve um *plano*. Mas quem planejou?

Esse conceito de *plano* proporcionou aos teólogos, durante muitos séculos, os argumentos indispensáveis para sustentar a existência de Deus Mas, inadvertidamente, eles sempre usaram como prova de suas teorias exatamente as estruturas mais complexas da natureza, sobretudo os seres vivos. Hoje já se pode explicar facilmente como se desenvolveram todos os seres vivos, e para isso não houve necessidade de nenhum deus.

Mas são as próprias leis da natureza e sua forma matemática, inesperadamente simples, que eu desejo apresentar como demonstração da existência de um *plano*. Permitam-me lembrar um exemplo concreto. Nos últimos cinco anos, mais ou menos, os cientistas começaram a se dar conta de que as leis da Física, aparentemente, só podem produzir os componentes da criação, habituais em nossa vizinhança, e mantê-los em funcionamento (as galáxias, as estrelas, os átomos e, sobretudo, nós, os homens) se todos se



Será o Universo só uma casualidade?



A ciência destruiu o mito de que a Terra e o homem são o centro de tudo.

comportam sempre da mesma forma. Quer dizer, se as chamadas *constantes da natureza* não se desviam muito dos valores realmente medidos

Constantes da natureza são, por exemplo, a massa de um bloco de pedra ou os componentes do núcleo de um átomo, a força de atração entre cargas elétricas, o efeito recíproco entre diferentes campos de força etc. Os investigadores que se ocupam destas coisas só enxergam uma cadeia de *casualidades* improváveis ou casos de *encontros acidentais*, dos quais depende a existência do Universo. Umas variações insignificantes seriam suficientes para modificar drasticamente esse mundo, ou mesmo destruí-lo. Dito de outro modo, se esses fatores houvessem sido desde o princípio menores ou maiores, pouco que fosse, do que são hoje, não teria sido possível surgir a vida e, sobretudo, nenhuma vida inteligente

Por exemplo, no caso da gravitação, seriam mais que suficientes uma debilitação ou um aumento pequenissimo para produzir uma catástrofe cósmica Caso fosse provocada uma desordem na relação de forças entre a gravitação e os fenômenos eletromagnéticos, todas as estrelas, inclusive o nosso Sol, se converteriam ou em gigantes azuis ou em anões vermelhos. Em toda parte, encontramos, à nossa volta, provas de que a Natureza fez tudo de forma correta. O resultado é, portanto, que as leis fundamentais, se se expressam matematicamente, não apenas apresentam grande elegância, simplicidade e lógica interna, mas também permitem a existência de sistemas, por exemplo planetários, com espaços adequados que são, simultaneamente estáveis e complexos, a fim de proporcionar a base para a vida racional

Isto significa que a nossa própria existência está escrita nas leis da natureza. Evidentemente, parece que fazemos parte de um grande *plano*, e aqui chegamos a uma conclusão. Quem aceitar que a nova Física fornece provas da existência de um *plano do Universo* enfrentará, em seguida, a questão: *quem é o planificador?* Mas a esta altura precisamos abandonar o campo da ciência, que se ocupa apenas do mundo natural, para passar ao campo da Teologia. A nova Física, sem dúvida, da nova direção ao nosso pensamento, mostra-nos um Universo que é muito mais do que uma casualidade colossal e sem sentido. Eu, de minha parte, creio que por trás de nossa existência há um sentido mais amplo. ■

Para saber mais

O Tao da Física, Fritjof Capra, Editora Cultrix, São Paulo, 1985.
O Ponto de Mutação, Fritjof Capra, Editora Cultrix, São Paulo, 1986
Jano, Arthur Koestler Editora Melhoramentos, São Paulo, 1981
Diálogos com Mario Schenberg, Vários autores, Editora Nova Stella, São Paulo, 1985

Miauuuuu!

Gatinha que é Gatinha lê Capricho. E miau para as outras!

Capricho é a Revista da Gatinha

BIOLOGIA

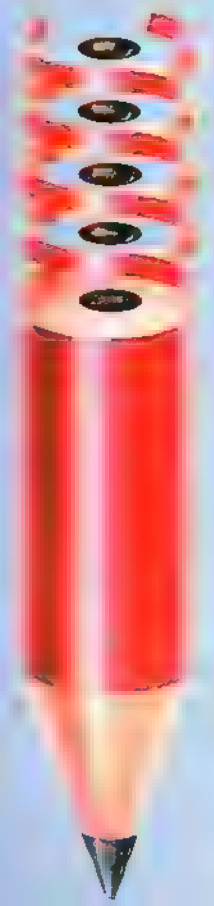
O OITAVO DIA DA CRIAÇÃO

Com a Engenharia Genética, o homem aprende a interferir no DNA — a molécula em dupla espiral que contém os segredos da vida. Assim, cria seres que não existem na natureza, salva lavouras da geada, produz medicamentos preciosos. E mergulha numa vasta controvérsia

Catorze anos atrás, dois cientistas norte-americanos conseguiram pela primeira vez transplantar material hereditário de um micróbio para outro, criando assim um fragmento de vida que nunca antes havia existido. Essa proeza assinala o nascimento daquilo que em pouco tempo se revelaria um formidável campo de estudos, experimentos e descobertas — uma revolução tecnológica cujos efeitos se estendem por vastos horizontes, da Agricultura à Medicina, por exemplo. De fato, mesmo numa era em que o que não falta são portentosos avanços tecnológicos, poucos se comparam em alcance e diversidade à Engenharia Genética, como se denomina o conjunto de técnicas desenvolvidas pelo homem para intervir diretamente no mecanismo de construção da vida.

"A Engenharia Genética é ainda mais importante do que a tecnologia nuclear", assegura o professor Crodowaldo Pavan, presidente do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Em 1973, o geneticista Pavan era um dos quinhentos pesquisadores presentes em Gatlinburg, no montanhoso Estado norte-americano do Tennessee, onde os professores Stanley Cohen e Hebert Boyer, da Califórnia, anunciaram numa conferência que haviam transferido genes entre células de organismos diferentes. Depois das explicações, um grupo de cientistas, entre eles o brasileiro Pavan, foi designado para fazer uma primeira avaliação das conseqüências práticas do feito de Cohen e Boyer.

"Um coordenador ia escrevendo no quadro-negro as realizações possíveis dentro de um prazo de cinco a dez anos", recorda Pavan. "Mas, à medida que a lista progredia, os risos na platéia aumentavam. Estávamos quase todos céticos. A sensação geral era de que a coisa simplesmente não ia funcionar." Na verdade, a "coisa" não só funcionou como produziu resultados em menos tempo do que se poderia esperar. Em 1977, por exemplo, a respeitada revista científica francesa *La Recherche* admitia cautelosamente, sem falar em prazos, que a produção de insulina para o tratamento de diabetes mediante Engenharia Genética já pertencia ao "domínio do possível". Pois o possível tornou-se realidade já no ano seguinte.



Não espanta: com o advento da Engenharia Genética, o homem aprendeu mais sobre os segredos da vida do que em todos os seus cinquenta mil anos de história; além disso, a massa de informação acumulada duplica a cada cinco anos na área de Biologia e a cada dois no campo específico da Genética. O tiro de largada dessa revolução foi disparado em 1944, quando o pesquisador Oswald Avery, do Instituto Rockefeller, de Nova Iorque, comprovou pela primeira vez que a matéria-prima da hereditariedade é o DNA — *ácido desoxirribonucleico* —, molécula existente nas células de todos os seres, das bactérias às baleias. Até então, o que havia de mais moderno em Genética eram os trabalhos sobre hereditariedade de autoria do monge Gregor Mendel, publicado em Brno, na Morávia (atual Checoslováquia), no ano de 1865.

Na mira, as doenças hereditárias

As obras de Mendel desvendaram as leis que governam a hereditariedade. Por exemplo, cada característica individual é determinada por um gene; os genes se situam nos cromossomos; cada espécie animal ou vegetal tem um número fixo de cromossomos. Os seres humanos possuem entre cem mil e duzentos mil genes, organizados em 46 cromossomos. Mesmo sabendo disso, o homem só dispunha de um instrumento, demorado e inseguro, para mexer com as formas de vida — o cruzamento e seleção de plantas e animais. Com a descoberta de que os genes habitam o DNA, fazendo dele o portador da bagagem hereditária dos seres, tornou-se possível interferir nos mecanismos mais íntimos e delicados de transmissão da herança biológica. O DNA foi analisado (1953), decodificado (1966), recortado em minúsculas fatias (1970), e estas transferidas de uma célula para outra (1973).

A importância da Engenharia Genética para a Medicina foi reconhecida desde o primeiro momento. Afinal, se existem pelo menos três mil doenças hereditárias, capazes de causar deformações aberrantes ou mesmo matar, muitas delas poderiam literalmente ser eliminadas no nascedouro removendo-se do embrião o gene responsável pela moléstia ou, ao contrário, acrescentando-se o gene cuja ausência provoca a enfermidade.

Enquanto não se chega lá, os pesquisadores trataram de agir em outra frente de batalha, comparativamente menos complexa: a produção por Engenharia Genética de substâncias que a ítes só eram obtidas em quantidades absolutamente insuficientes para a procura.

Foi o que aconteceu, primeiro com a insulina, em seguida com o hormônio do crescimento humano (para combater o nanismo), o interferon Alfa (usado em tratamentos antivirais e anticancerígenos) e a vacina contra a hepatite B. Todas essas substâncias, que já deixaram os tubos de ensaio dos laboratórios para os balcões das farmácias, foram fabricadas a partir de bactérias geneticamente manipuladas. Outras proteínas com propriedades anticâncer estão em fase de testes clínicos. É o caso do interferon Beta, da interleucina 2 e do chamado fator de necrose de tumores. E, enfim, já foram isolados os genes necessários à produção de substâncias ute s contra moléstias tão diversas como a hemofilia, a hipertensão e o enfisema pulmonar.

Tudo isso só pode acontecer depois que a ciência desvendou o papel desempenhado pelo DNA no jogo da hereditariedade. Pois o DNA é que detém dentro de si o código genético que orienta as células na tarefa de fabricar as proteínas — as substâncias que dão as características de todos os seres. A forma do DNA é tão extraordinária como inconfundível. Trata-se de duas fitas que se enroscam a determinados intervalos como se construíssem uma dupla hélice — e é assim que se convencionou representar essa molécula nos modelos desenhados por computador.

O DNA também pode ser comparado a uma escada em caracol. Esse formato é que lhe permite executar uma singular manobra no processo de reprodução. Quando a célula se divide, a escada se separa em dois, de baixo para cima, como um zíper defeituoso que se abre. Cada um dos lados da escada atrai então para si os elementos que lhe faltam (e estão esparsos na célula), de tal maneira que logo se formam duas escadas de DNA, réplicas perfeitas da primeira. A estrutura em dupla hélice do DNA foi descoberta em 1953 por dois pesquisadores da Universidade de Cambridge, na Inglaterra, o norte-americano James Watson e o inglês Francis Crick. Por isso eles foram contemplados com o prêmio Nobel em 1962. Vários anos se passariam, porém, até que os cientistas decifrassem a lógica das sucessivas contorções do DNA. Isso ocorreu quando se constatou que a escada com a qual a molécula se parece é formada por sequências de apenas quatro substâncias básicas chamadas *adenina, citosina, guanina* e *timina*.

A grande descoberta consistiu em perceber que esses degraus químicos não se combinam ao acaso. Ao contrário, a adenina só forma par com a timina, assim como a citosina com a guanina. Cada uma dessas combinações constitui o que os geneticistas chamam de *pares de bases*. A ordem em que esses pares aparecem sequenciados e a extensão maior ou menor de cada sequência dão sentido à linguagem genética, do mesmo modo como certas combinações entre as letras do alfabeto produzem palavras compreensíveis e não ajuntamentos sem nexo. As palavras do código genético são os genes. Um único gene pode ser constituído por até vinte mil pares de bases. Os seres humanos possuem algo como quatro bilhões de pares de bases.

Os cientistas aprenderam a identificar, isolar, remover e substituir determinados genes mediante o uso de uma espécie de bisturis químicos chamados *enzimas de restrição*, capazes de cortar o DNA em lugares certos, de modo a forçar o divórcio dos pares de bases. Sem o parceiro original, cada base fica em princípio livre para se associar a outra com a ajuda de colas químicas chamadas *ligazes*. Assim, o gene responsável pela fabricação de insulina na célula humana é passado para o DNA de uma bactéria, onde continua produzindo a mesma insulina como se nada tivesse acontecido. E a bactéria transmite essa nova característica de geração a geração. Durante alguns anos, a bactéria preferida pelos cientistas para hospedar genes alheios foi a *Escherichia coli*, que vive habitualmente no intestino humano. Simples, muito bem conhecida e capaz de aceitar as ordens mais inesperadas — como a de fabricar insulina —, ela é sem dúvida a estrela da Engenharia Genética.

Outra bactéria, *Bacillus thuringiensis*, foi utilizada pela empresa belga Plant Genetics Systems, numa ousada tentativa de combater a malária, que atinge cerca de 200 milhões de pessoas no mundo inteiro. Em vez de buscar uma vacina antimalária por Engenharia Genética — como faz, por exemplo, o cientista brasileiro Luis Hildebrando Pereira de Souza, no Instituto Pasteur, de Paris —, os pesquisadores belgas resolveram recorrer à Engenharia Genética para matar as larvas dos mosquitos transmissores da malária.

Conseguiram isolar da bactéria *thuringiensis* o gene responsável pela produção de uma proteína capaz de envenenar as larvas. Depois, transplantaram-no para o DNA da alga azul-verde da qual as larvas se alimentam. A alga, ao se reproduzir, reproduz também a proteína transplantada. Assim, ao comer a alga, as larvas acabam comendo a proteína que irá matá-las. O resultado é que se impede o nascimento do mosquito que transmite a malária. "Com isso, será possível reduzir a incidência da moléstia numa boa proporção", prevê o imunologista Mark Vaeck, diretor da Plant Genetics, ouvido por SUPERINTERESSANTE.

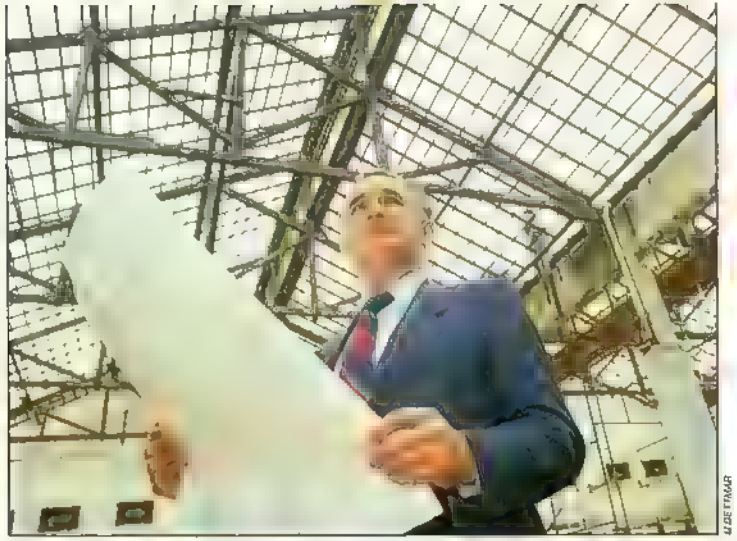
Também no Brasil, centros ainda pouco numerosos mas altamente capacitados procuram na Engenharia Genética armas para derrotar velhas endemias, como a doença de Chagas. O parasita causador da moléstia, por apresentar formas muito diversas em seu desenvolvimento, frequentemente dribla os testes imunológicos tradicionais. Agora, porém, começam a surgir testes a partir de sondas moleculares — sequências de DNA que se juntam perfeitamente com o DNA de vírus, parasitas ou bactérias. Marcadas com produtos radiativos, as sondas são lançadas no sangue do paciente, onde aderem ao agente agressor. Organizador das primeiras pesquisas sobre Engenharia Genética, em 1978, do Instituto Oswaldo Cruz, do Rio de Janeiro, o professor Carlos Morel, atual diretor da instituição, não tem dúvidas sobre a importância das sondas moleculares: "O seu futuro é dos mais promissores", afirma.

Em São Paulo, a equipe do professor Walter Colli, diretor do Instituto de Química da USP, quer descobrir como o parasita de Chagas reconhece a célula que irá penetrar. "Já identificamos uma proteína do protozoário responsável por esse reconhecimento", informa o professor Colli. "Quando conseguirmos purificá-la, poderemos deduzir a fórmula do gene

SUPER INTERESSANTE

SUPERINTERESSANTE PARA SUPERINTERESSADOS

Agora você pode pedir todos os números atrasados, preenchendo o cupom que está encartado nesta edição



Pavan: "Engenharia genética é mais importante do que tecnologia nuclear"

Brentani busca nos genes informações sobre a propagação do câncer

Colli pesquisa como o parasita da moléstia de Chagas invade o organismo

que a codifica e a partir daí conheceremos o mecanismo do contágio. Será a hora de bloqueá-lo." Também em São Paulo, no Instituto Ludwig, a equipe do pesquisador Ricardo Brentani segue uma linha de raciocínio análoga, embora dirigida para outro objetivo — o câncer

"Para que um câncer localizado dê origem à metástase, isto é, se espalhe para outras partes do organismo", explica Brentani, "é necessário que a célula cancerosa saiba reconhecer a parede do vaso sanguíneo por onde irá entrar e depois sair." Brentani já conseguiu localizar uma proteína da parede externa da célula cancerosa envolvida no processo — e descobriu que ela também existe na bactéria *Staphylococus aureus*, agente infeccioso com alta resistência a antibióticos. Pesquisas como as desenvolvidas por Morel, Colli e Brentani beneficiaram-se da vertiginosa rapidez com que a Engenharia Genética automatizou o seu instrumental

Proezas de 1980 são rotina em 1987. Bisturis e colas químicas para o transplante de genes, por exemplo, já estão à venda prontos para uso. Existem máquinas capazes de fornecer automaticamente o seqüenciamento de qualquer gene que lhes for dado para análise. E outras máquinas sintetizam genes ou proteínas, segundo a fórmula fornecida pelos pesquisadores. Assim, um cientista brasileiro pode mandar por telex uma fórmula a algum centro no exterior e receber pelo correio tubos de ensaio com a substância equivalente. A gama de aplicações da Engenharia Genética parece aumentar na mesma proporção. Na agricultura, já se conseguiu fazer com que as folhas de tabaco produzam seu próprio inseticida — no caso, uma toxina mortal para uma lagarta que costuma devastar plantações inteiras.

Recentemente, realizou-se nos Estados Unidos a primeira experiência de campo com microorganismos fabricados por Engenharia Genética para proteger plantações de morango dos danos da geada. A bactéria protetora simplesmente não possui mais o gene que permite a formação da camada de gelo na superfície da planta.

Em Brasília, o coordenador de Biotecnologia do Cenargem (Centro Nacional de Recursos Genéticos), Luiz Antonio Barreto de Castro, vem tentando transferir para o DNA do feijão certos genes da castanha-do-pará, de maneira a obter um alimento mais nutritivo. Castro sonha com um feijão rico em metionina, um aminoácido presente na castanha, indispensável para o ser humano na infância e adolescência. "E o Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão do mundo", anima-se o pesquisador

Mas as possibilidades da Engenharia Genética que provocam mais sensação e polêmicas referem-se à transferência de genes para células de animais. A primeira experiência do gênero se deu em 1982, quando cientistas norte-americanos transplantaram cópias do gene do hormônio de crescimento de ratos para o DNA de óvulos de camundongos recém-fertilizados. Os filhotes cresceram até atingir o dobro do peso normal — e transmitiram essa nova característica às gerações seguintes. Em 1985, os pesquisadores foram mais longe, ao transplantar para embriões de camundongos o gene do hormônio de crescimento do homem. Novamente, o crescimento dos filhotes foi excepcional.

Mas a criatura mais falada da Engenharia Genética é o porco cor de ferrugem nascido em novembro de 1986 nos Estados Unidos. Ele descende de um suíno em cujo DNA foi inserido o gene do hormônio de crescimento de uma vaca. Prova de que a operação foi bem-sucedida, o porco ferrugem pesa mais ou menos o mesmo que seus semelhantes naturais — só que com uma porcentagem bem menor de gordura. Em compensação, mal consegue andar por causa da artrite que faz inchar suas pequenas patas e ainda por cima é ligeiramente vesgo. Se imitar o pai, não chegará a completar dois anos de vida.

Para os cientistas, o porco transgênico (nome dado aos animais portadores de genes de outra espécie) apenas confirma as potencialidades da Engenharia Genética. Eles acreditam que as sucessivas experiências farão surgir animais capazes de crescer depressa, consumir menos e oferecer mais carne magra por quilo — sem as doenças deformantes que afligem o porco ferrugem. A fronteira mais promissora da Engenharia Genética, porém, se localiza na área da chamada *diferenciação celular*. Apenas começou-se a explorar o mecanismo pelo qual as células se organizam entre si para formar um ser completo — ou seja, como elas recebem ordens para se agrupar em ossos, nervos, músculos, membranas.

Nessa linha de pesquisa, geneticistas norte-americanos conseguiram recentemente criar moscas com quatro asas, dupla fileira de patas ou patas no lugar das antenas. De seu lado, cientistas italianos chegaram a verificar a existência de genes equivalentes — responsáveis pelas mesmas funções no organismo — no DNA de mamíferos superiores, incluindo o homem. Com isso, embora a distância a percorrer ainda seja extremamente longa e a caminhada penosa e incerta, a ciência apressou mais uma vez o passo rumo aos segredos da vida. ■

Pedro Cavalcanti

Chimpanzomem e outros fantasmas

A Engenharia Genética não recebe apenas aplausos pelas proezas que realiza. Seus avanços também provocam contrariedade entre aqueles que a encaram com manifesta desconfiança e a ela vêm tentando opor-se desde as pesquisas pioneiras no começo dos anos 70. Escaldados pela história do desenvolvimento da energia nuclear, os adversários das experiências com a bagagem genética de seres vivos querem que elas sejam suspensas ou, na melhor das hipóteses, submetidas a estrita regulamentação. Receia-se que, sob pressão dos interesses comerciais cada vez mais presentes nessa área, os pesquisadores fiquem menos atentos do que deveriam aos aspectos perigosos de suas criações.

Os ecologistas, por exemplo, preocupam-se com os possíveis efeitos adversos da liberação no ambiente de bactérias geneticamente alteradas com o objetivo de torná-las inseticidas vivos. Mas a controvérsia mais estridente diz respeito à manipulação genética em organismos superiores, como é o caso do porco que recebeu um gene de vaca. As objeções aumentaram principalmente depois que o governo norte-americano, em abril último, decidiu que podem ser requeridas patentes para formas de vida obtidas em laboratório, inclusive de mamíferos não-humanos. Desde então, o fantasma de frankesteins de quatro patas produzidos em série em benefício da indústria de alimentos passou a assolar com maior freqüência a imaginação dos oponentes da Engenharia Genética.

Da mesma forma, eles se inquietam com a possibilidade de que os avanços no setor acabem propiciando a criação de seres humanos ao gosto do freguês — nesse cenário de ficção-científica, os pais (para não dizer o Estado) escolheriam não só o sexo, mas a cor dos olhos ou quaisquer outras características hereditárias dos filhos. Essa fantasia, misturada às lembranças das teorias raciais nazistas, é realmente de arrepiar. Ao mesmo tempo, as polêmicas de fundo ético-religioso provocadas pelo advento dos bebês de proveta e mães de aluguel acabam lançando sombras confusas sobre o trabalho dos geneticistas. Causou sensação meses atrás, por exemplo, a afirmação de um professor italiano, Brunetto Chiarelli, que leciona Antropologia em Florença, sobre a possibilidade técnica de um cruzamento entre homem e chimpanzé. Ele chegou a insinuar que experiências nesse sentido estariam em curso nos Estados Unidos.

O *chimpanzomem* resultante desse acasalamento, advertiu o professor, poderia vir a ser o patriarca de uma sub-raça de escravos ou de fornecedores de órgãos para transplantes. Trata-se, porém, de um grande mal-entendido. Primeiro, porque o *chimpanzomem*, supondo que ele pudesse vir à luz, não seria fruto de alguma irresponsável manipulação do DNA, mas de inseminação natural, artificial ou em proveta; seria um híbrido, como a mula, filha do jumento com a égua, sem nada a ver com a Engenharia Genética Segundo, porque, em Engenharia Genética, nada indica a possibilidade da criação de seres exóticos. É inviável, por exemplo, colar metade do DNA de uma moça à metade do DNA de um peixe e ainda por cima inserir esse DNA híbrido numa célula que viesse a produzir uma sereia. Pelo mesmo motivo que meia receita de frango ao molho pardo com meia receita de pudim de ovos não dá nem um frango com ovos nem um pudim ao molho pardo.

De qualquer maneira, descontados os exageros e as bobagens, faz sentido que a Engenharia Genética provoque, se não temor, pelo menos uma espécie de vertigem — mesmo entre os cientistas que se dedicaram a desenvolvê-la — tão amplas parecem ser suas possibilidades.

Para saber mais

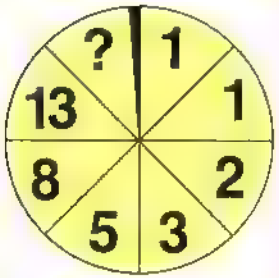
Brincando de Deus — A Engenharia Genética e a Manipulação da Vida, *J. Goodfield*, Edusp-Nobel/Ática Editora, São Paulo, 1981

Genética Molecular e de Microorganismos — Os Fundamentos da Engenharia Genética, *Sérgio Olavo Pinto da Costa (coordenador)*, Editora Manole, São Paulo, 1987

Código Genético, *B F C. Clark*, Edusp Editora, São Paulo, 1980.

SUPERDIVERTIDO

Números em seqüência



Os números que aparecem neste círculo seguem uma ordem. Por ela, que número deve ocupar o lugar do ponto de interrogação?

Cubo & Quadrado

Qual é o número, menor do que 10, que somado a ele próprio dá um **quadrado**, e multiplicado também por ele próprio dá um **cubo**?

Atletismo

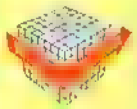
No torneio de atletismo, Barnabé, Gumercindo e Teodoro participaram das provas de cem metros rasos, salto em distância e arremesso de dardo. Cada um deles conseguiu um primeiro lugar, um segundo e um terceiro. Descubra o que cada um conquistou, sabendo que

1) Gumercindo venceu Barnabé no salto em distância;
2) Teodoro chegou atrás de Gumercindo no arremesso de dardo;
3) Barnabé não chegou em primeiro nos cem metros rasos

Respostas na página 85

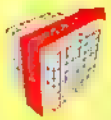
CUBIGRAMA

Por Liliana Iacoca



1. Respirar ruidosamente dormindo — Elemento de número atômico 5. *2.* Sai da boca — Cântico de ação de graças (pl.). *3.* Símbolo químico do ósmio — A tenda considerada lar, entre os antigos turcos — Embarcação luxuosa — Iniciais do autor de "Os Três Mosqueteiros". *4.* Relativo à visão — Sem acento tônico (fem.). *5.* Técnica de ginástica indiana — Habilidade criativa — O ... Lobo, compositor popular. *6.* Cidade da Itália, na Toscana — Um sentido ... nos dedos — Víscera dupla. *7.* Circula nos pulmões — Índio que habitava o Peru — Nome de importante cientista (Prêmio Nobel 1924).

A. Ajuntamento confuso de gente — Estado do que é rea. *B.* Nome da Benário, mulher de Luís Carlos Prestes — É aldeada de casas — O "e" do altabeto grego. *C.* Preposição — Interjeição de enfado — Navio que fazia o percurso entre N. e o S. do Brasil — Terminação dos alcoóis. *D.* Pároco de certas freguesias — Da língua tupi homem bom, honrado. *E.* Patrão — Fenômeno que constitui a base do funcionamento do radar (pl.) — Saco feito de pele para transportar líquidos. *F.* Tempo que corresponde a uma revolução da Terra em torno do Sol — Aquilo que é inferior a tudo o mais — Dar consentimento. *G.* Freud analisava os dos seus pacientes — Perturbação periódica onde há transporte de energia de um ponto a outro (fís.) — Sigla do Estado de Mato Grosso.



I. Sobrenome do escritor e cientista Isaac ..., autor de *Eu Robô* — É também chamado de Sidharta Gautama — Iniciais do descobridor da vacina contra a paralisia infantil. *II.* Corre para o mar — A parte líquida do sangue — Madeira escura e resistente. *III.* O eu individual — Cuidados especiais, carinho — Deus egípcio do Sol. *IV.* Que pertence à natureza de um ser — É um bolo que não assou por igual. *V.* Símbolo do sódio — Partidas — Viveiro de peixes — Poeira. *VI.* Aquecer, Animar — Aqui está! *VII.* Negro escuro — Meio-quadrat m no sistema anglo-americano — Filho de Júpiter e rei de Egina.

TUDO QUE ESTÁ NO MAPA, ESTÁ AQUI.

☐ Finalmente um Guia completo sobre o Estado de São Paulo.
Tudo o que existe nos 247.898 km² do mais importante Estado brasileiro, está aqui.
Um Guia indispensável para homens de negócios e órgãos públicos.
Idea para estudantes, professores e todas as pessoas que viajam e precisam conhecer profundamente o Estado.

Com o novo Guia você vai direto ao que interessa:

☐ 733 hotéis, classificados e com diárias em OTN.
☐ Todos os serviços de utilidade pública de cada cidade.
☐ As cidades turísticas, suas atrações e seus principais eventos.
☐ 877 restaurantes. As melhores cozinhas com notas e estrelas.
☐ A força da economia de cada região.
☐ Plantas atualizadas das principais cidades.
☐ Transportes. Informações completas sobre viagens de ônibus, trens e aviões.

INCLUSIVE O MAPA.

GRÁTIS, UM GRANDE MAPA.

☐ Especialmente desenhado para o seu Guia, totalmente atualizado.
☐ Os 200 000 km de estradas com os 572 municípios, quadro de distâncias e roteiros quilométricos, detalhados, das principais rodovias.

EDITORA ABRIL

Já nas bancas

GUIA ESTADO DE SÃO PAULO.

Auto-retrato, 1512: impressionante descrição psicológica

Ele não falava grego nem latim. Jamais freqüentou uma universidade e por isso era desprezado nas rodas intelectuais de Florença, no Renascimento. Mas suas pinturas e projetos de engenharia o fizeram famoso e cortejado pelos poderosos da época. Muito tempo depois, o mundo viria a conhecer o lado secreto desse gênio superlativo.

LEONARDO
DE TODOS INSTRUMENTOS

"De tempos em tempos, o Céu nos envia alguem que não é apenas humano, mas também divino, de modo que, atráves de seu espírito e da superioridade de sua inteligência, possamos atingir o Céu." Com estas palavras, Vasari, o celebre biógrafo do século XVI, inicia o seu relato sobre a vida de Leonardo da Vinci. Apenas 30 anos após a morte desse gênio superlativo, sua figura já estava totalmente envolvida pela aura do mito.

Nascido na cidadezinha de Vinci, próxima a Florença, no dia 15 de abril de 1452, Leonardo seria considerado, em pouco tempo, o maior pintor de sua época, protegido e adulado em algumas das principais cortes europeias. Mas seu enorme prestígio não se restringiu à pintura. Escultor, musico, arquiteto, engenheiro civil e militar e extraordinário inventor, ele foi a versão suprema do *homem dos sete instrumentos* Seu talento versátil se expressou até mesmo em atividades mundanas e tipicamente cortesãs, como a organização de festas e diversões para a nobreza: desde a invenção de um palco giratório para apresentações teatrais até o desenho de trajes de luxo; de entretenimentos musicais à arte da conversação e aos jogos de palavras. Vasari diz que ele "foi o melhor improvisador de rimas de seu tempo".

Mas, coexistindo com esse Leonardo público, celebérrimo e celebrado, houve outro, talvez ainda mais assombroso: um Leonardo solitário e secreto, que permaneceria desconhecido durante muito tempo. Numa atividade recolhida, sigilosa, escrevendo da direita para a esquerda para que seu texto não pudesse ser lido — o que lhe era facilitado pelo fato de ser ambidestro —, encheu páginas e páginas com a mais ecletica massa de conhecimentos, produzindo, com anotaçoes e desenhos, uma gigantesca colcha de retalhos do saber universal

Submarinos, máquinas que voam: tudo ele inventou

Os primeiros manuscritos de que temos notícias datam de 1478, quando Leonardo, entao em Florença, contava ainda 26 anos. Os últimos são de 1518, de poucos meses antes de sua morte, ocorrida na França, em 2 de maio de 1519

Em cerca de seis mil páginas que nos restam dessa prodigiosa obsessão há praticamente de tudo: Geometria e Anatomia; Geologia e Botânica; Astronomia e Ótica; Mecânica dos Sólidos e Mecânica dos Fluidos; Balística e Hidráulica, magníficos desenhos preparatórios e exaustivos estudos de perspectivas; considerações teóricas sobre a arte e anotações técnicas muito precisas sobre como fundir uma estátua eqüestre em bronze; o plano arquitetônico para a construçao da catedral de Milão e um projeto de desvio do curso do rio Arno para ligar Florença ao mar; mapas e planos urbanísticos; projetos de pontes e fortificações.

Há, principalmente, a mais fantástica coleção de invenções e soluções de engenharia já imaginadas por um único homem: esboços de helicópteros, submarinos, pará-quedas, veículos e embarcações automotores, máquinas voadoras; projetos minuciosos de tornos, máquinas perfuratrizes, turbinas, teares, máquinas hidráulicas para limpeza e dragagem de canais, canhões, metralhadoras, espingardas, bombas, carros de combate, pontes móveis etc

Mas esse Leonardo, que escreveu praticamente sobre tudo, escreveu muito pouco sobre si mesmo. Sabemos que no seu comportamento cotidiano se refletia a mesma ambigüidade presente em sua produção intelectual. Gostava

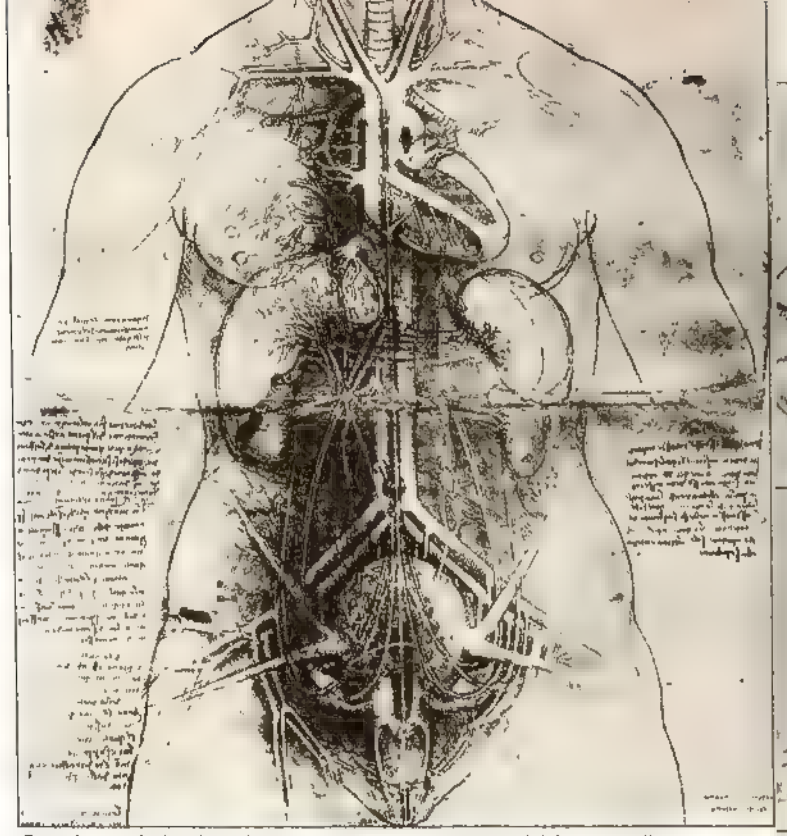
Para Freud, Leonardo teria sido homossexual

de se cercar de luxo, tratava amigos e criados com opulência e generosidade, mas tinha hábitos frugais: era vegetariano e preferia a água ao vinho. Muitas de suas noites foram consumidas na dissecação de cadáveres, em meio aos odores da morte e da decomposição. O quanto ele era habilidoso nessas técnicas o mostram seus desenhos anatômicos, considerados superiores aos do célebre Andreas Vesalius, o grande anatomista do Renascimento.

Sua infância não foi fácil — o que talvez explique o gosto pelo luxo na idade adulta. Filho ilegítimo de um tabelião florentino e uma camponesa, foi criado longe da mãe, na casa do avô paterno, junto do pai e de uma madrasta. Pelo menos até a idade de 20 anos, foi filho único e só teria irmãos no terceiro ou quarto casamento do pai. Depois de afastado do convívio com a mãe, a morte da primeira madrasta, quando Leonardo tinha cerca de 13 anos, parece ter representado para ele uma segunda grande perda afetiva. Logo haveria uma terceira, aos 16 anos, com a morte do avô, a quem era muito ligado.

Desse complexo quadro de vida, Freud, o fundador da psicanálise, derivou sua interpretação da trajetória de Leonardo. Ela seria movida por uma repressão da *pulsão sexual* e por uma inibição afetiva, em que a *pulsão do conhecimento* acabaria submergindo, pouco a pouco, qualquer outro fator emocional. Peça chave da explicação freudiana é a hipótese, que hoje parece indiscutível, da homossexualidade de Leonardo.

Seja como for, aos 17 anos ele já havia dado provas de seu talento excepcional. O pai o inscreveu, então, como aprendiz no grande ateliê de Andrea Verrochio, em Florença. Não se tinha lá uma formação erudita; o ensino era todo voltado para a prática, mas era incrível a massa de conhecimentos que se podia adquirir: cálculo, perspectiva, desenho, pintura, escultura em pedra e metal, arquitetura, construção civil e militar etc



Desenho anatômico dos principais órgãos e do sistema arterial de uma mulher: Leonardo realizou cerca de trinta dissecações em cadáveres

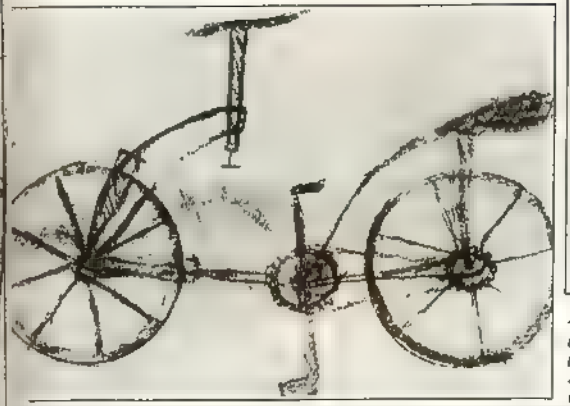
É ao ateliê de Verrochio que Leonardo deve toda a sua formação básica. A partir daí ele será um autodidata. Muitas coisas aprenderá por ouvir dizer, numa época em que grande parte do conhecimento ainda era adquirida *de ouvido*. Outras, porém, lhe custam um enorme esforço de leitura e sistematização de que os manuscritos por ele deixados são testemunhos.

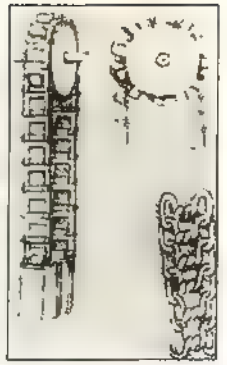
Mudou de cidade e patrão ao sabor do jogo político

Aos 40 anos, copia nos cadernos palavras eruditas — retiradas dos livros — que possam enriquecer seu vocabulário rústico. Aos 50, está envolvido ainda com um estudo por conta própria, não só do latim, mas também da geometria de Euclides, que será uma paixão e um modelo até o fim da vida

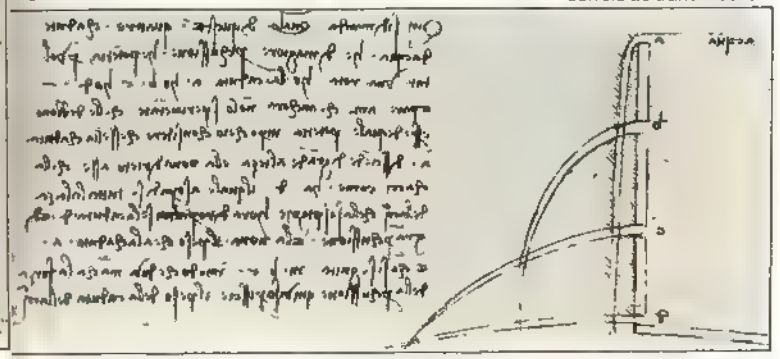
Ele era, então, o que alguns de seus pedantes contemporâneos classificaram como um *uomo senza lettere* (homem sem letras), isto é, alguém que não possuía uma formação humanística: de fato jamais frequentara a universidade e, durante muito tempo, esteve impedido de ter acesso direto à grande cultura pela barreira do idioma, já que não dominava o latim e muito menos o grego. Esse menosprezo dos meios sofisticados, a que Leonardo respondia com afetado desdém, não deixou de magoá-lo, reabrindo feridas mal curadas de sua infância traumática. Os biógrafos são unânimes em apontar como uma das principais causas de sua primeira saída de Florença, por volta dos 30 anos, uma dificuldade de adaptação ao culto e refinado ambiente florentino

A mudança para Milão, em 1482, representou uma virada decisiva em sua trajetória intelectual. Nos dezessete anos que passou a serviço do duque Ludovico Sforza, seu gênio floresceu plenamente. Não só em pinturas soberbas, como *A última ceia* e a primeira versão de *A virgem dos rochedos*, mas também na afirmação definitiva de sua vocação para a ciência e a tecnologia. A queda de Ludovico, com a ocupação de Milão pelos franceses, em 1499, pôs fim a esse período brilhante e relativamente tranqüilo. A partir daí, Leonardo, já uma celebridade, iria trocar de domicílio e patrão ao sabor da instável conjuntura política italiana: novamente Florença, com rápidas passagens por Mântua e Veneza, Urbino, como arquiteto militar e engenheiro chefe de Cesare Borgia, em cuja corte encontrou-se com Maquiavel, fundador da ciência política moderna; outra vez Milão, a convite do governador francês Charles d'Amboise Roma, na corte papal





A bicicleta, copiada por Salai de original perdido do mestre. Acima, estudo para a correia de transmissão



De uma investigação sobre a queda da água, Leonardo intuiu a lei básica da Mecânica dos Fluidos, que só seria formulada mais de 200 anos depois

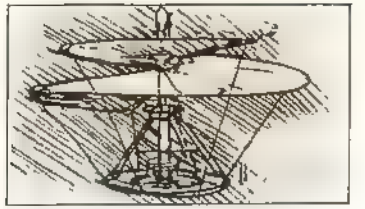
Essas mudanças constantes não lhe bloquearam porém a criatividade. É do segundo período florentino, por exemplo, seu quadro mais famoso — na verdade, o mais famoso de toda a história da pintura, a *Mona Lisa*, enigmático retrato da esposa do rico comerciante Francesco del Giocondo. Já a estada em Roma, novamente a serviço dos Medici, seria certamente a fase mais desgostosa de sua vida

Giovanni de Medici, filho de Lourenço, o Magnífico, havia sido eleito papa, com o nome de Leão X, e saudou sua eleição com uma frase que ficou célebre: "Já que Deus nos deu o papado, gozemo-lo". Amante dos prazeres, da pompa e do luxo, protetor das artes na medida em que satisfizessem sua vaidade, tratou logo de atrair para sua corte os artistas mais brilhantes

Na corte do rei da França foi tratado como príncipe

Lá se reuniram os três maiores nomes do renascimento italiano. Leonardo, Michelangelo e Raffaello. Deveria ser um momento privilegiado na história da arte. Mas não foi um momento feliz para Leonardo

Contava então 60 anos — era uma geração mais velho do que Michelangelo e duas mais do que Raffaello. Seu contato com Michelangelo foi francamente hostil. Típico produto do ambiente patrocinado pelos Medici, Michelangelo nada tinha em comum com a formação científico-experimental leonardiana. Além do mais, trabalhava rápido, num ritmo alucinante, enquanto Leonardo, dispersivo e perfeccionista, projetando sua transbordante genialidade em inúmeras direções, mas sem paciência de levar nenhum projeto até o fim, trabalhava devagar e adiava sempre. À preferência dos romanos por Michelangelo e Raffaello e ao ambiente hostil da corte papal, Leonardo respondeu com o retraimento e um de seus desenhos mais perturbadores, *O Dilúvio*, uma visão apocalíptica de destruição e aniquilamento



Helicóptero: invenção visionária que não chegou a sair do papel

Ele escapou desse tormento graças à subida de Francisco I ao trono da França. Convidado a assumir o cargo de "primeiro pintor, engenheiro e arquiteto do rei", foi instalado no palácio de Cloux, a apenas algumas centenas de metros do palácio real de Amboise, no condado do Loire, França, recebendo tratamento principesco. Lá viveria, de 1516 até o ano de sua morte, em companhia de seus discípulos prediletos, entre eles Francesco Melzi e Salai

Ambos haviam-se unido a Leonardo ainda em seu primeiro período milanês. Melzi herdaria praticamente todos os seus bens. Salai, um garoto de apenas 10 anos quando entrou a serviço do mestre, já no segundo dia roubou lhe algum dinheiro, o que continuaria a fazer com certa regularidade ao longo dos anos. Leonardo anotou que ele era *"ladro, bugiardo, ostinato, ghiotto"* (ladrão, mentiroso, obstinado, glutão), mas nem por isso deixou de mimá-lo. Com uma ponta de malícia, Vasari o descreve como belíssimo e gracioso, com vastos cabelos encaracolados, de que Leonardo *"si dilettò molto"* (se agradou muito) — referência que, evidentemente, não escapou à atenção de Freud

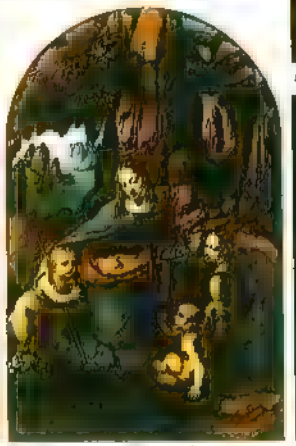
A julgar por seus últimos auto-retratos e pelo testemunho dos visitantes, Leonardo parecia sofrer de alguma doença degenerativa, que lhe dava

Realizou o casamento da arte e da ciência

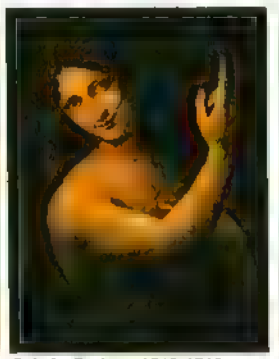
A Adoração dos Magos, pintura inacabada de 1481-1482

Mona Lisa, 1503-1505: o quadro mais famoso do mundo

Sant'Ana, a Virgem, o Menino e S.J.Batista, 1488



A Virgem dos Rochedos, segunda versão, 1503-1506



S.João Batista, 1513-1516: talvez um retrato de Salai

Dama com Arminho, 1483: a amante de Ludovico Sforza

Assim Leonardo

Da maneira mais tortuosa e só começaram a ser redescobertos a partir do final do século passado. A impressão inicial causada pelas seis mil páginas sobreviventes é de um caos desconcertante. Os assuntos se misturam sem nenhuma ordem aparente: na mesma página, a anotação mais instantânea e trivial da vida cotidiana pode estar lado a lado com o enunciado de um teorema ou com a observação acurada de um fenômeno natural. O método de trabalho de Leonardo talvez explique em parte essa incrível dispersão. Sabemos hoje que ele carregava sempre consigo cadernos de notas em que podia registrar uma frase ou esboçar rapidamente um desenho. Ao lado desses, havia outros cadernos, mais ordenados e homogêneos, preenchidos com calma no silêncio de seus aposentos. Neles, numa escrita elegante e em desenhos de acabamento impecável, procurava dar a suas idéias uma forma definitiva.

Mesmo nesses cadernos, porém, os assuntos muitas vezes se atropelam: não é raro que uma demonstração, começada com preciso enunciado de premissas, acabe indo parar bem longe do ponto de partida. Mas o caos é apenas aparente. Como observa Anna Maria Brizio, uma das maiores estudiosas leonardianas da atualidade, pouco a pouco se percebe que "a múltipla disparidade de argumento emana de um único centro e contém uma formidável unidade de processo mental". Arte, ciência e tecnologia se encontram aí de tal modo amalgamadas, que se passa de um domínio a outro praticamente sem perceber.

A ciência de Leonardo é toda baseada no primado da visão sobre os demais sentidos e da geometria sobre as demais disciplinas. Em geometria, ele realizou descobertas teóricas importantes, como a determinação dos centros de gravidade dos sólidos geométricos e a transformação de um sólido em outro, com a manutenção do volume. Em estática, foi o primeiro a compreender a possibilidade de se decompor uma força segundo duas direções, o que lhe permitiu resolver um grande número de problemas práticos. Em cinemática, ciência que só seria precisamente formulada quase 150 anos mais tarde, com os trabalhos de Galileu, ele intuiu as leis que regem os choques entre dois sólidos iguais — como duas bolas de bilhar.

A curiosidade de Leonardo o empurra mesmo a terrenos ainda não desbravados, como a mecânica dos fluidos, disciplina praticamente ignorada pelos filósofos gregos, a grande fonte das ciências medieval e renascentista. Uma de suas investigações nessa área — explicada em detalhes pelo estudioso Carlo Zammato — pode ser considerada um caso exemplar de seu procedimento científico.

Ele parte de questões práticas relacionadas com a irrigação e o aproveitamento da força hidráulica na região do rio Pó. E procura determinar a energia com que chega ao solo cada um de uma série de jatos d'água, que saem de orifícios de dimensões idênticas, mas de alturas diferentes, de um recipiente com água em nível constante. Verifica que a velocidade de saída da água é inversamente proporcional à altura do orifício. Isto é, cresce de cima para baixo. E explica isso mostrando que, enquanto cada porção de água que sai do orifício mais alto é posta em movimento apenas pela ação de seu próprio peso, as porções que saem dos orifícios inferiores são postas em movimento tanto por seu peso como pelo peso da coluna d'água situada acima delas.

Auto-retrato de Leonardo em seus últimos anos: a imagem do velho sábio

A conclusão é que todos os jatos chegam ao solo com a mesma energia, pois, se o jato mais alto é o que sai do recipiente com menor velocidade, ele é também o que tem uma maior distância a percorrer e, portanto, o que mais ganha velocidade durante a queda. Em outras palavras, onde a energia cinética inicial do jato (que depende da velocidade) é menor, a energia potencial (que depende da altura) é maior e vice-versa. A soma desses dois termos é sempre a mesma.

Evidentemente, Leonardo não formula suas idéias desta maneira. A física levaria ainda muito tempo para chegar a esse grau de concisão, rigor conceitual e vocabulário. Leonardo trabalha com as palavras que tem à mão — ou improvisa. O importante é que, por trás de seu vocabulário tosco, ele intuiu de maneira admirável o teorema básico da hidrodinâmica, formulado apenas em 1738 pelo físico e matemático suíço Daniel Bernoulli.

Mais importante ainda: intuiu uma idéia capital na física, a da interconversão de energia potencial em energia cinética — questão que só ficaria perfeitamente esclarecida a partir das experiências de Galileu e Torricelli sobre a queda dos corpos, realizadas em 1642.

Mas foi no domínio da tecnologia que se deram algumas de suas mais espantosas realizações. Uma delas — só descoberta muito recentemente, a partir de um trabalho de restauração num dos cadernos leonardianos — é uma bicicleta muitíssimo superior, em termos de soluçao de engenharia, às primeiras bicicletas que seriam fabricadas por volta de 1817. Na verdade, o sistema proposto por Leonardo — com o pedal ligado a uma roda dentada, que transmite a força à roda traseira através de correia — só seria adotado no começo deste século. Sua bicicleta jamais foi construída.

O mesmo se pode dizer, quase com certeza, de todos os seus outros inventos, geralmente avançados demais para as possibilidades técnicas da época.

Além disso, a mistura contraditória de dispersão e perfeccionismo fez com que, também em outros domínios, sua criação ficasse incompleta. Em pintura, deixou vários quadros inacabados e toda a sua produção não ultrapassa 15 obras. Em ciência, suas geniais antevisões jamais receberam uma sistematização final, permanecendo secretas e em nada influenciando o desenvolvimento científico da humanidade. Leonardo era extremamente suscetível ao julgamento público e essa deve ter sido uma das causas da ocultação dos manuscritos. Porque, para escrever para o mundo culto, era preciso rigor de sistematização, refinamento de expressão e, principalmente, um domínio perfeito da língua latina. Características dificilmente encontráveis num *uomo senza lettere*. Ironicamente, esses manuscritos fragmentários — redigidos em língua vulgar — permaneceriam como um dos mais maravilhosos legados de um homem à posteridade. ■

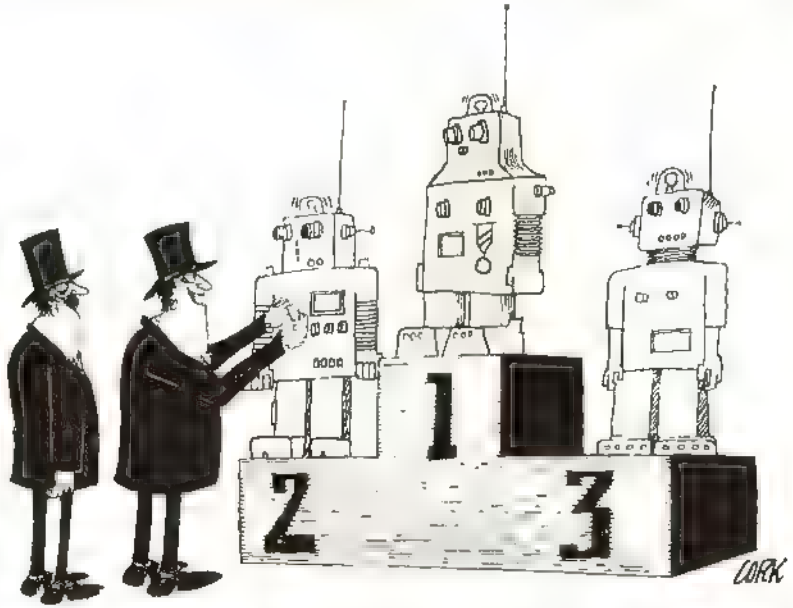
José Tadeu Arantes

Para saber mais

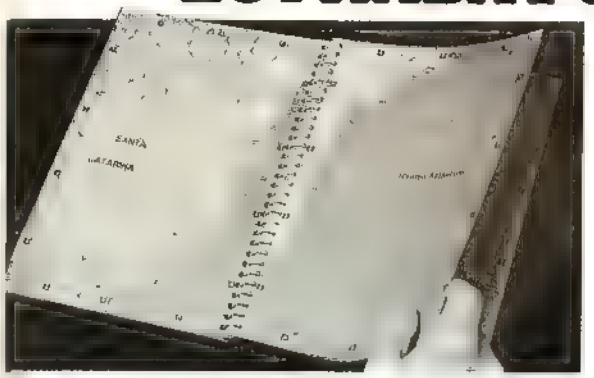
Leonardo da Vinci, Coleção Gênios da Pintura, fascículo 20, Editora Nova Cultural, São Paulo, sem data.

Estudos de História do Pensamento Científico, Alexandre Koyré, Editora Forense/Editora da Universidade de Brasília, Rio de Janeiro, 1982.

SUPERENGRAÇADO



COMO VIAJAR O BRASIL INTEIRO. ESTRADA POR ESTRADA.



A resposta está no **Guia de Estradas**.

Um **Guia** que é, acima de tudo, super prático.

Você leva no porta-luvas ocupando o mínimo de espaço.

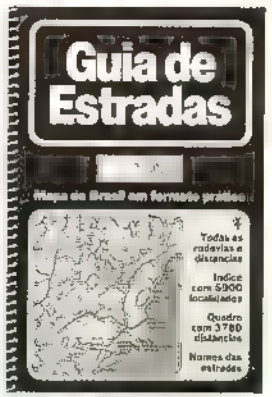
Um **Guia** para você consultar facilmente dentro do seu carro, no tamanho 23 x 15 cms., com espiral para você dobrá-lo à vontade.

O **Guia de Estradas** é um mapa de todo o Brasil dividido em páginas, com a mesma escala para todos os estados.

Nele você encontra 5.900 localidades, quadro com 3.780 distâncias.

Além de todas as estradas deste país.

De ponta a ponta.



GUIA DE ESTRADAS.

GUIA QUATRO RODAS

EDITORA ABRIL

Já nas bancas.

Os ritos da morte, dos menires aos satélites

O culto das estrelas associado aos rituais da morte é tão antigo quanto o homem e chega, agora, à era dos satélites e das viagens espaciais.

Por Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

AGUINALDO RAMOS

Desde a Idade da Pedra até a era espacial, o homem se preocupa em associar seus entes queridos, após a morte, com o céu. Seja por meio de monumentos megalíticos com orientações estelares, seja pela colocação dos seus mortos em túmulos espaciais, autênticos satélites artificiais que os perpetuariam no céu, aparentemente, junto às estrelas. Realmente, uma das coisas que distinguem o homem do animal é o fato do primeiro recordar os seus mortos e o segundo ignorá-los. Assim, desde o *Homo sapiens neanderthalensis*, pelo menos, a espécie humana enterra os mortos em cerimônia e ritos que fazem supor a existência de um elo entre a vida e a morte.

Apesar das escassas informações sobre inumações no paleolítico, os túmulos e restos de sepulturas encontradas parecem sugerir que o culto dos mortos estava intimamente associado às estrelas, ou melhor, às coisas do céu. Hoje sabemos que os menires*, os dólmenes** ou aléias que serviram como túmulos marcavam os percursos do Sol, das estrelas e das constelações. Esses monumentos, com o tempo, se transformavam em santuários ligados ao cosmos, do qual eram a imagem. Alguns desses conjuntos de megalitos se tornaram mais tarde centros culturais dessas sociedades primitivas.

Em Carnac, no sul da Bretanha, França, milhares de menires, quase sempre alinhados, se estendem por vários quilômetros. Ao visitar essa realização de engenharia pré-histórica, além de admirar seus construtores, iremos questionar o que orientou essa sociedade ao alinhar com tanta precisão esses milhares de rochas que pesam várias toneladas. As escavações forneceram elementos que permitem supor que se trataram de túmulos ou marcos de sepulturas. Todavia, por outro lado, a maioria parece ter sido construída com outra intenção.

O mais espetacular e longo destes alinhamentos, o de Kermario, cujo nome significa em bretão "a cidade dos mortos", é constituído de dez filas de 1 120 metros, agrupando 1 029 monolitos. Os primeiros, mais altos, ultrapassam cinco metros de altura, prosseguindo para leste. Sua orientação média indica um ponto no horizonte onde o Sol se eleva no solstício de verão, ou seja, em 21 ou 22 de junho. Num outro ao sul, a 400 metros de um pequeno *tumulus*, encontra-se a célebre câmara subterrânea de Kercado — o cercado —, ao redor da qual se forma um círculo de pedras. A datação, pelo carbono 14, de matéria orgânica descoberta no local revelou uma idade de 6 700 anos, o que sugere que essa construção foi usada numa época anterior à das grandes civilizações ocidentais.

Esse monumento, formado por um longo corredor que termina numa câmara mortuária, está orientando astronomicamente para o ponto no horizonte onde o Sol nasce no solstício do inverno. Na região de Carnac, numerosos túmulos recobrem câmaras funerárias, cuja data de construção vai do neolítico médio à época do bronze antigo. Em alguns desses túmulos se encontraram ornamentos funerários, dentre eles machados de pedra finamente polidos. Um terceiro alinhamento, Kerlescan, que em bretão significa "cidade queimada", inicia-se com um monolito situado a trezentos metros a leste de Kermario. Esse *cromlech*, hoje parcialmente destruído, com sua forma retangular, marca o início de uma aléia de pedras, com cerca de treze filas organizadas por ordem de altura decrescente, de quatro metros a menos de um metro, como nos casos anteriores. O conjunto assim formado parece uma seta que se dirige para o ponto do horizonte onde o Sol nasce nos equinócios.

Assim, o culto estelar associado aos ritos de morte não desapareceu, pois nesses sítios foram construídos os santuários druidas e mais recentemente as igrejas romanas, numa tradição contínua que se perpetua misteriosa e secretamente, por intermédio das forças invisíveis da mente humana, que procura manter o elo entre a vida terrestre e o céu. Dessa forma, uma religião sucede a outra, de modo que o culto das estrelas cede lugar ao culto daquele que se supõe ser o seu criador. Nessa associação, os mistérios do cosmos foram usados pelos sacerdotes-astrônomos como poder e meio de domínio político-econômico daqueles que, adorando o seu criador, se deixaram seduzir por um lugar ao céu, na esperança de uma vida celestial.

Usando esse poder místico celestial, uma empresa norte-americana, *Celestis Group Inc*, de Melbourne, Flórida, pretende colocar em órbita restos humanos cremados, a bordo de pequenos porém muito reluzentes mausoléus espaciais. Segundo seus dirigentes, mais de dez mil entes queridos, já falecidos e cremados, poderiam ser colocados em órbita no espaço a bordo de um satélite, lançado pelos foguetes a serem desenvolvidos pela *Space Service Inc*, de Houston. A expectativa de vida dos satélites-mausoléus, projetados para orbitar a três mil quilômetros de distância da Terra, é de cerca de 63 milhões de anos. Além disso, segundo informação da Celestis Group, os mausoléus espaciais seriam observados com o auxílio de telescópios modestos.

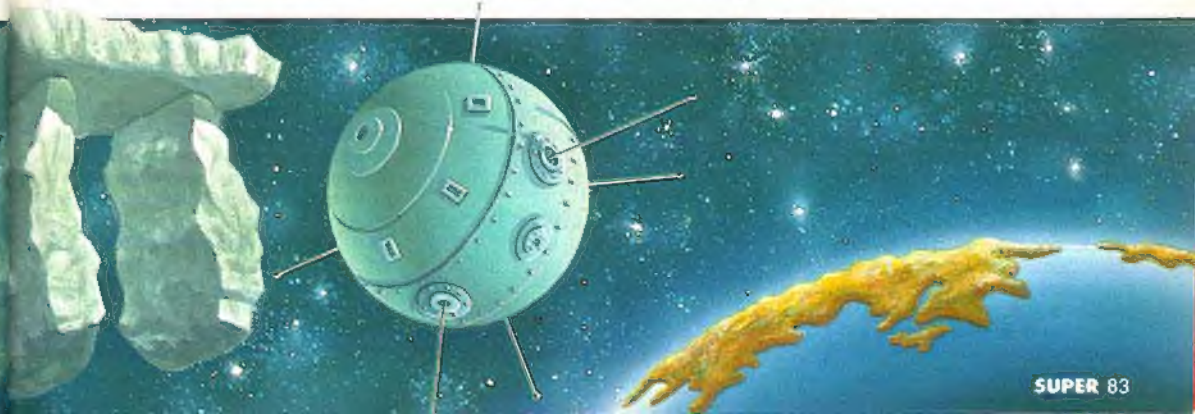
Apesar do enorme crescimento que a indústria de construção óptica sofreria em conseqüência desse projeto, pois no Dia de Finados os telescópios substituiriam as flores (todos naquele dia gostariam de ver no céu os seus entes queridos), os astrônomos estão travando uma grande batalha, junto às autoridades de Transportes Espaciais do Departamento de Comércio dos EUA, para impedir a execução desse projeto. Além de prejudicar as observações astronômicas, a crescente quantidade de lixo espacial poderá constituir um risco muito sério para a aviação espacial e para os espaçonautas, assim como para os sensíveis e sofisticados equipamentos a serem lançados no futuro, dentre eles, o telescópio espacial. Por outro lado, o brilho dos mausoléus espaciais iria aumentar a poluição luminosa, prejudicando as observações na superfície e o funcionamento dos futuros observatórios espaciais.

Todavia, todas as ponderações não preocupam os responsáveis do projeto, que receberiam 40,4 milhões de dólares a cada lançamento em conjunto, sendo o custo de cada mausoléu espacial estimado em 3 900 dólares. Mais uma vez a ficção se torna realidade: nos anos 60, um filme, *O Ente Querido*, sugeriu ironicamente a hipótese de uma firma que satelizava os mortos de um cemitério com o objetivo de usar o local para especulações imobiliárias. Agora, isso poderá se tornar realidade.

Tudo isso significa que o homem de Neanderthal, que viveu há cerca de 150 000 anos, pouco evoluiu com relação a seus ritos de morte. O homem da era espacial pretende colocar seus mortos no espaço com propósito idêntico ao dos homens do paleolítico ao construírem seus túmulos megalíticos■

** Monumento formado por uma pedra erguida verticalmente.*
*** Monumento formado por uma pedra chata que repousa sobre duas outras erguidas verticalmente.*

O astrônomo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão é diretor do Museu de Astronomia e Ciências Afins do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.



LIVROS SUPERIMPORTANTES

Como a ciência se fez

História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge, *volumes I, II e III, Colin Ronan, tradução de Jorge Enéas Fortes, Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 1987.*

A sabedoria e os conhecimentos dos povos algumas vezes parecem ridículos. Os maias, por exemplo, pensavam que o mundo era o dorso de um imenso crocodilo. Já os chineses pensavam que certas pedras tinham o poder mágico de atrair outras. Os sumérios, que o fígado era uma espécie de espelho do organismo, denunciando suas doenças. Apesar das aparências, porém, essa ciência estava fortemente ligada a uma enorme quantidade de técnicas práticas e também às observações de muitas gerações.

Assim, o conhecimento dos antigos foi uma poderosa força civilizadora, permitindo-lhes realizar proezas que hoje provocam admiração. Principalmente porque, até um passado recente, a história da ciência encantava-se demais com o pensamento dos gregos — muito próximo do pensamento moderno europeu — e tratava o resto do mundo com certo desprezo. Atualmente se reconhece que isso é mero preconceito: há muitas formas de explicar o mundo e de absorver informações importantes a seu respeito. O exemplo das pedras mágicas chinesas é interessante porque, usadas a princípio para ler a sorte das pessoas, acabaram dando origem à bússola.

O livro do historiador inglês Colin Ronan, colaborador durante muitos anos da *Enciclopédia Britânica*, tem a virtude de cobrir a produção científica de um grande número de civilizações — como a chinesa, hindu, árabe e dos povos pré-colombianos da América. Importante também é o capítulo dedicado à ciência medieval, normalmente negligenciada pela historiografia. A descrição é simples, rápida e de fácil consulta.

Em alguns casos, o autor repete os raciocínios preconceituosos que procura superar. Chega a dizer, por exemplo, que os egípcios não possuíam "exatamente" uma engenharia. Prefere dizer que eles tinham um "instinto" para ela. E que a ciência grega era totalmente isenta de misticismo — um exagero que a revisão técnica da editora corrige em nota de pé de página. Mas são exceções. Tudo somado, os quatro volumes da obra de Ronan, dos quais três já nas livrarias, são uma grande síntese da história da ciência, mostrando suas principais linhas de desenvolvimento e as influências de uma sobre outras. São também uma instigante incursão ao universo das idéias e dos homens que as produziram. ■

Flávio Dieguez

Tudo depende de tudo

O Ponto de Mutação, *Fritjof Capra, tradução de Álvaro Cabral, Editora Cultrix, São Paulo, 1986.*

O sonho não acabou. A inquietação e a ousadia que marcaram as mais fecundas produções intelectuais dos anos 60 continuam inspirando algumas das cabeças mais lúcidas da atualidade. *O Ponto de Mutação*, de Fritjof Capra, é um resgate crítico das melhores tradições de rebeldia intelectual daquela década que sonhou tomar os céus de assalto. Físico de prestígio internacional, o austríaco, residente nos Estados Unidos, Fritjof Capra se afirma neste livro também como um grande pensador da cultura e da civilização.

O Ponto de Mutação foi publicado nos Estados Unidos em 1982. Nele podemos ver o quanto as idéias de Capra amadureceram desde sua obra de estréia, *O Tao da Física*, de meados dos anos 70. Aqui, ele se propõe a pensar a crise da civilização que vivemos hoje, em escala planetária. Para isso lança mão de uma abordagem multidisciplinar, em que concorrem conceitos da Física, Biologia, Psicologia, Sociologia, História da Cultura e também das grandes tradições místicas e esotéricas. "A nova visão da realidade", escreve Capra, "baseia-se na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos". ■

José Tadeu Arantes

Einstein para leigos

O que é a Teoria da Relatividade, *Lev Landau e Yuri Rumer, tradução de Giorgio Moscati, Editora Hemus, São Paulo, 1986.*

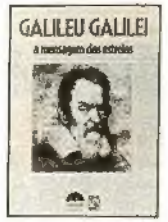
Formulada por Albert Einstein em 1905, a Teoria da Relatividade, mesmo em seus aspectos mais superficiais, continua sendo até hoje domínio quase exclusivo de especialistas. Talvez isso se deva à inegável complexidade da teoria. Abolir as dificuldades dos princípios relativísticos parece inconcebível, já que implicaria a revogação de leis da natureza. No entanto, é plenamente possível tornar acessíveis ao leigo as principais noções da Física de Einstein. Prova disso é o livro *O que é a Teoria da Relatividade*, escrito nos anos 50 pelos cientistas soviéticos Lev Davidovitch Landau e Yuri Borissovitch Rumer, o primeiro, Prêmio Nobel de Física de 1962, falecido em 1968, e o segundo, um dos criadores da Química quântica, falecido em 1985.

Com didática e elegância, os autores conduzem o leitor a um fascinante passeio pelo universo relativístico. Usando ilustrações e exemplos do dia-a-dia, mostram que espaço, tempo e massa são relativos. Lembram, porém, que a Teoria da Relatividade não se reduz à afirmação simplória, e errônea, de que "tudo é relativo". Tanto assim que a velocidade, embora também relativa, tem um limite absoluto: a velocidade da luz. ■

Carlos Machado

A prova que aproximou a Terra e o céu

A Mensagem das Estrelas, *Galileu Galilei, tradução de Carlos Ziller Camenietzki, Museu de Astronomia e Ciências Afins, Rio de Janeiro, 1987.*



Poucos livros causaram tamanho impacto. Num texto enxuto e austero, o italiano Galileu Galilei comunicava, em 1610, suas descobertas astronômicas feitas com o telescópio. Até então, a observação dos astros, realizada a olho nu, só podia dar uma descrição de suas posições relativas no firmamento. Sua natureza física, porém, permanecia objeto de pura especulação. Assim, na concepção medieval, o Cosmo, que tinha a Terra como centro, estava dividido em duas regiões materialmente distintas, separadas pela esfera de cristal em que se supunha estar presa a Lua. No mundo sublunar, todos os seres seriam formados por combinações dos "elementos" terra, água, ar e fogo. Da Lua em diante, porém, haveria apenas um quinto elemento, a *quintessência*, imutável e eterna.

Contrapondo-se a essa visão, Galileu mostrou, por exemplo, que a superfície da Lua não era "lisa, uniforme e de esfericidade exatíssima". Mas "desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diversa da própria face da Terra". Daí a concluir que fossem constituídas da mesma matéria era só um passo. Importantes filósofos já haviam defendido essa idéia antes de Galileu. O que este fez foi dar à nova visão de mundo uma decisiva prova observacional. Isso permitiria que, pouco mais de 50 anos depois, o inglês Isaac Newton realizasse a grande síntese entre a física terrestre e a física celeste, na teoria da gravitação universal. Passados três séculos, a mensagem de Galileu continua uma leitura fascinante. ■

J.T.A.

SUPERDIVERTIDO/SOLUÇÕES

Números em seqüência

É o 21. Começando pelo 1 e seguindo no sentido dos ponteiros do relógio, verifica-se que cada número é a soma dos dois anteriores.

Cubo & Quadrado

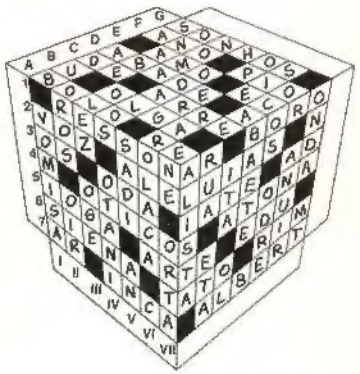
É o número 8.
$8 + 8 = 16 = 4^2$
$8 \times 8 = 64 = 4^3$

Atletismo

A primeira informação garante que Barnabé não foi o primeiro e Gumercindo não foi o último no salto em distância. Com a segunda informação sabemos que Teodoro não foi o primeiro no lançamento do dardo e Gumercindo não foi o último. Assim podemos concluir que Gumercindo foi o último nos cem metros rasos. A terceira informação garante que Barnabé não foi o primeiro nos cem metros, como também não chegou em último (lugar ocupado por Gumercindo), foi segundo. O primeiro, portanto, ficou com Teodoro. Barnabé, sabemos da primeira informação, não foi o primeiro no salto; não foi também o segundo, pois sabemos que foi o segundo nos cem metros. Terá sido, portanto, o terceiro, e isso o coloca como primeiro no arremesso de dardo. Gumercindo, no dardo, só pode ser o segundo, pois a informação número dois nos garantiu que ele não foi o último. Teodoro, então, foi o último. No salto em distância sabemos que Barnabé foi o terceiro, Gumercindo o primeiro e Teodoro o segundo. Resumindo:

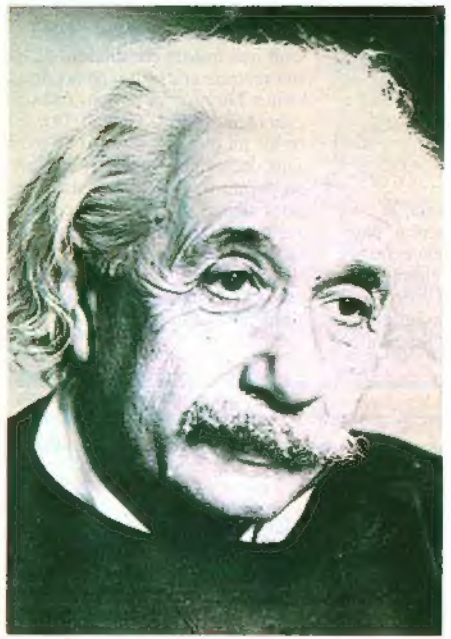
Cem metros rasos: 1.º Teodoro; 2.º Barnabé; 3.º Gumercindo.
Arremesso de dardo: 1.º Barnabé; 2.º Gumercindo; 3.º Teodoro.
Salto em distância: 1.º Gumercindo; 2.º Teodoro; 3.º Barnabé.

Cubigrama



SUPER INTERESSANTE

LEIA EM NOVEMBRO

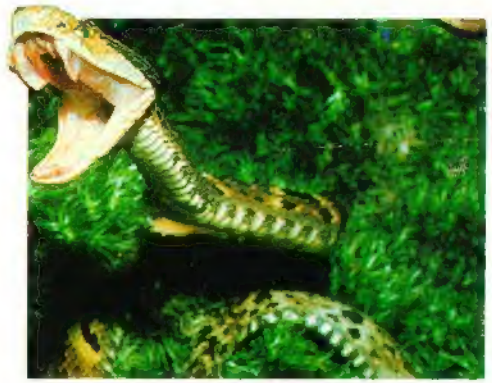


O PERFIL DO GÊNIO

A vida de Albert Einstein, o maior cientista de todos os tempos, responsável por uma revolução na história do conhecimento humano.

E OS DIREITOS DOS CANHOTOS?

Eles representam 10% de toda a população da Terra. Mas só porque possuem o lado direito do cérebro 11% maior que o esquerdo enfrentam muitas dificuldades. Sem falar nos preconceitos culturais, que se exprimem até na linguagem.



OLHA A COBRA

Aprenda a reconhecer os vários tipos de serpentes. Saiba como elas localizam suas presas, como funcionam seus sistemas de defesa e quais as vacinas disponíveis contra suas picadas.

BIG BANG O INÍCIO DE TUDO

Conheça a fantástica teoria da Grande Explosão, que explica a origem do Universo. E o cálculo segundo o qual, logo após o Big Bang, toda a matéria do Universo estava tão concentrada que caberia na ponta de uma agulha.

SUPERPOSTER
Calendário da formação do Universo

PERCORRA OS 35.000 M² DO SALÃO DO AUTOMÓVEL SEM SAIR DE CASA.

Em outubro, no momento em que as portas do Salão do Automóvel estiverem se abrindo, a próxima edição de QUATRO RODAS já estará nas bancas com a maior e mais completa cobertura desse evento. Uma grande oportunidade para você conhecer e poder analisar, sem pressa, os lançamentos da indústria automobilística brasileira para 89.

QUATRO RODAS

Edição Especial do Salão do Automóvel.
Dia 14 de outubro, nas bancas.

A QUALIDADE BARON DE LANTIER ESTÁ CADA VEZ MAIS TRANSPARENTE.

Em matéria de vinhos finos de qualidade, um espaço em branco acaba de ser preenchido: Baron de Lantier está lançando seus Varietais Brancos. Elaborados com a mesma sofisticação, aliada ao cuidado artesanal que fizeram de seus tintos os melhores do país, os Varietais Brancos Baron de Lantier são o produto da primeira prensagem de uvas brancas das melhores castas européias: a especialíssima Chardonnay, além de Riesling e Semillon.

O resultado é límpido e cristalino, tanto no sabor seco e persistente, como no bouquet característico de vinhos realmente especiais. Além da exclusividade da produção limitada em garrafas numeradas. O melhor a fazer agora é degustá-los e sentir todo o prazer que eles proporcionam. A partir daí, as coisas vão ficar muito mais claras.

BARON DE LANTIER

VINHOS FINOS DE ORIGEM CONTROLADA

CABERNET SAUVIGNON MERLOT CABERNET FRANC

CHARDONNAY RIESLING SEMILLON